

Universidad Complutense de Madrid
Facultad de Ciencias Biológicas
Departamento de Biología Animal I

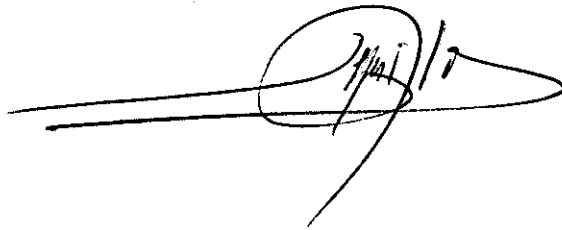


Estudio de los Acaros Oribátidos
de pinares incendiados de un sector
de la cara Sur de la Sierra de Gredos
(Avila)

Jesús Gil Martín

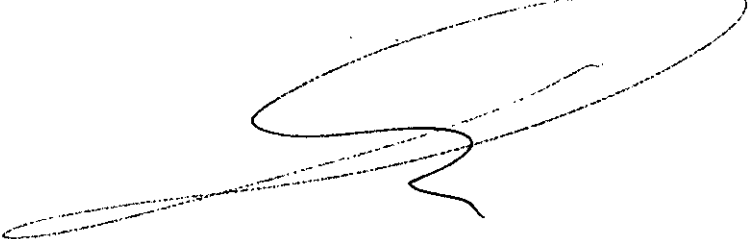
Madrid, Abril de 1997

Memoria realizada en el Departamento de Biología Animal I de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid por D. Jesús Gil Martín, presentada para optar al título de Doctor en Ciencias Biológicas,

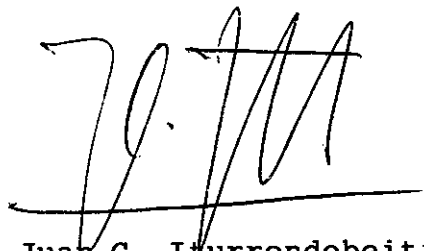


La investigación que ha dado lugar a esta Tesis Doctoral, titulada Estudio de los Acaros Oribátidos de pinares incendiados de un sector de la cara Sur de la Sierra de Gredos (Ávila), ha sido realizada bajo la dirección del Dr. Luis S. Subías Esteban, Profesor Titular del Dpto. de Biología Animal I de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, y del Dr. Juan C. Iturrondobeitia Bilbao, Catedrático del Dpto. de Zoología y Dinámica Celular Animal de la Facultad de Ciencias de la Universidad del País Vasco.

VO BO de los Directores



Fdo. Luis S. Subías



Fdo. Juan C. Iturrondobeitia

En Madrid, a 8 de Abril de 1997

... a Gredos, que fue parte y testigo en la formación de mi carácter, ... y que existirá siempre como memoria indeleble de todos aquellos seres vivos que hemos nacido en su seno y/o lo hemos amado.

AGRADECIMIENTOS

Con todo, creo que éste ha sido finalmente el apartado más difícil/comprometido de mi Tesis, ya que si bien he intentado no olvidarme de ningún oribátido de Gredos, por rigor científico, me gustaría bajo ningún concepto omitir aquí a ninguna persona, de las bastantes que han contribuido a hacer realidad esta ilusión (→ obsesión).

Así, quiero mostrar mi agradecimiento

a la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) y a la Institución "Gran Duque de Alba", por la financiación de esta investigación,

a los responsables del Servicio Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León en Avila, por facilitarme los datos oficiales de los incendios forestales ocurridos en la Provincia en el período 1973-1991, y por autorizar a la guardería forestal de la zona de estudio a ayudarme en la localización de las áreas quemadas donde se realizó el muestreo,

a los guardas (agentes) forestales del Servicio Territorial de Medio Ambiente de la Junta de Castilla y León destinados en los pueblos de la zona de estudio en el verano de 1992, por su ayuda imprescindible, inestimable y solícita en la localización e identificación en el terreno de los incendios utilizados, y por sus lecciones prácticas de "asuntos de montes", ... particularmente a Claudio (Guisando), Miguel y Julián (Santa Cruz del Valle), Jesús, Honorio, Pepe y Sixto (Arenas de San Pedro), Antonio (Mombeltrán), Manolo y Pedro (Candeleda), y Alberto (El Hornillo),

al Prof. Dr. F. J. Acosta, del Departamento de Ecología de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, por su ayuda en la concepción del diseño inicial de muestreo,

a la Prof. Dra. M. E. Mínguez, de mi mismo Departamento y equipo de investigación, por su buena gestión de los asuntos administrativos y económicos del proyecto de la CICYT,

al Prof. Dr. A. Polo, del Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, por su excepcional disposición y su importante ayuda, y por facilitarme el análisis químico de las muestras de suelo,

a Pepe (D. J. V. Valle), de la Cátedra o Unidad de Investigación de Invertebrados no Artrópodos de mi mismo Departamento, por el cálculo de las granulometrías de los suelos,

a Antonio (el Dr. Arillo), el otro oribatólogo nobel del equipo de investigación, por su ayuda en todo aquello que he necesitado en estos años, y en especial con algunos ópidos "puñeteros",

a Tere, por acompañarme, ayudarme y animarme durante un importante trecho de este largo camino ... ¡enormes gracias!,

a Chema (el Dr. Hernández), por su paciencia, su ayuda en multitud de aspectos tanto logísticos como científicos, y por su amistad,

a Ma José (la Prof. Dra. Luciáñez), de la Universidad Autónoma de Madrid, por su extraordinaria disposición, ayuda y apoyo a lo largo de gran parte de este largo proceso, ... ¡ingentes gracias por tantos huecos en tu agenda imposible!,

a Marta (la Prof. Dra. Saloña), de la Universidad del País Vasco, por su excepcional y constante ayuda material y apoyo anímico, ... ¡muchas dosis de buena intención y ... la demostrada competencia del Norte! ¡muchísimas gracias!,

a Ana Isabel y Conchi, las oribatólogas doctorandas del grupo de Bilbao, por su ánimo y ... para que se animen sabiendo que las próximas son ellas ..., ¡mis mejores deseos también para la recién llegada a la familia, Agatha!,

a Juan Carlos (el Prof. Dr. Iturrondobeitia), codirector de esta Tesis, por su pragmatismo científico y su comprensión en ciertos momentos cruciales, y por su dedicación y estímulo,

a Luis (el Prof. Dr. Subías), mi "maestro oribatológico" y codirector de esta Tesis, por haberme dado todo lo que uno puede esperar de su director de investigaciones y por ofrecerme además una relación humana difícilmente calificable ... ¡gracias por todo!,

a mis padres (Jesús y Nieves), por tantas cosas que no cabrían en las paginas de una Tesis ..., a mis hermanos (de sangre y arrimados), por aceptar mi distancia ..., a mis tíos Mere y Sole, Eugenio y Feli, y Goyo, por estar constantemente pendientes de mi investigación ... a todos ellos ¡muchas gracias!, porque el compromiso no escrito que supuso para mi su interés por mi Tesis, contribuyó en los malos momentos a "obligarme" a seguir adelante,

a Mabel, por su ayuda y estímulo tan generosos como constantes, por decidir caminar a mi lado, y por lo mucho que aun espero de ella ... ¡muchas, pero que muchas gracias!,

a mis amigos, y a los compañeros y profesores de la Cátedra, que de un modo u otro y en una u otra medida me han ayudado y apoyado, y, sin que pueda ser medible, han influido en que haya podido concluir este proyecto ... ¡sinceras gracias!.

PROLOGO

El presente estudio se diseñó en el año 1992 y comenzó a desarrollarse a partir de ese año en el Departamento de Biología Animal I (Cátedra de Entomología) de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, bajo la dirección del Profesor de ese Dpto. Dr. Luis-S. Subías y del Profesor Dr. Juan Carlos Iturrondobeitia del Departamento de Zoología y Dinámica Celular Animal de la Facultad de Ciencias de la Universidad del País Vasco.

Su realización ha sido financiada con aportación económica procedente de: (1) el Proyecto de Investigación coordinado Efecto de los incendios forestales sobre la fauna edáfica (Acaros, Oribátidos) en dos zonas interesantes de la Península Ibérica: impacto y regeneración, aprobado en la convocatoria de 1991 de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (Plan Nacional de Investigación Científica y Desarrollo Tecnológico) dentro del Programa Nacional de Investigación sobre Sistemas y Recursos Forestales (FOR91-1901-CO2), y del que fueron investigadores responsables el Dr. J. C. Iturrondobeitia (Bilbao) y la Dra. M^a Eugenia Mínguez (Madrid), y (2) la Beca de Investigación para la realización de Tesis Doctorales de la Institución de Investigaciones y Estudio Abulenses "Gran Duque de Alba" (C.S.I.C./Diputación Provincial de Avila), concedida al autor en la convocatoria de 1989.

El formato de esta Memoria no sigue el usado tradicionalmente en una Tesis Doctoral, sin embargo es semejante al utilizado de forma habitual en otros países y, últimamente, en otras Universidades de nuestro país, habiendo sido empleado un formato muy parecido al menos en otra ocasión con anterioridad en un estudio entomológico realizado en el Departamento de Ecología de esta misma Facultad (de la Universidad Complutense de Madrid): Análisis del sistema de explotación intensivo de una población de hormigas carnívoras en un ecosistema de pastizal mediterráneo (LOPEZ GOMEZ, 1992).

La Memoria consta de capítulos globalizadores o generales y de publicaciones. Los capítulos o apartados generales, serían semejantes a los que se presentan en el formato tradicional, conteniendo cada uno toda la información sobre el estudio que indica su encabezamiento. Bajo esta forma se exponen: Prólogo, Introducción, Material y Métodos, Conclusiones y Bibliografía. Mediante publicaciones se expone lo que correspondería al capítulo de Resultados de una Tesis tradicional. Así, bajo este epígrafe -Resultados-, y dentro de una serie de subepígrafes (subcapítulos), que hacen más ordenado y coherente el tratamiento y exposición de la información, se ofrecen las publicaciones con los resultados y discusión (así como una "introducción", y el "material y métodos" y las "conclusiones" particulares de ese tema concreto) de los diferentes aspectos relevantes del estudio: Parámetros fisicoquímicos, Faunística, Taxonomía, Biogeografía y Ecología. Los capítulos globales de Material y Métodos, y Conclusiones, continen todo lo que se refiere a esos aspectos que figura en las publicaciones particulares de los diferentes Resultados.

El contenido de las Introducciones de las diferentes publicaciones, puede resultar en cierta medida repetitivo, pero en ocasiones ha sido necesario establecer relaciones entre un trabajo y otros del mismo estudio de cuyo contenido dependía su desarrollo, y en la mayoría de los casos se ha creído conveniente "ambientar" cada trabajo, para transmitir la noción de que significa una parte del todo que es la investigación objeto de esta Tesis.

Igualmente, el contenido de los apartados de Material y Métodos y Conclusiones de las publicaciones, pueden resultar redundantes o reiterativos con respecto a los de los capítulos generales del mismo nombre de esta Memoria, sin embargo se ofrece porque se considera interesante ya que en ellos se muestra lo que se emplea y lo que se obtiene de modo particular en/de cada trabajo (unidad temática).

No obstante lo expresado anteriormente, con el objeto de no alargar en exceso esta Memoria, tanto las Introducciones como los

Material y Métodos y Conclusiones de las publicaciones, se exponen en una letra más pequeña que los Resultados (y Discusión).

Los trabajos del capítulo de Resultados, han sido enviadas a publicar a diferentes revistas nacionales e internacionales, habiendo sido introducidos todos ellos en esta Memoria escritos en español, aunque algunos han sido escritos originalmente y enviados a publicar en inglés, con el objeto de dar una mayor coherencia formal y facilidad de comprensión al texto global. En todos ellos, a continuación del título se refieren el nombre de los autores y la revista a la que se ha enviado a publicar.

Se ha elegido el presente formato de Tesis anteriormente explicado, fundamentalmente porque creemos que de este modo los resultados se presentan con un mayor grado de selección y elaboración, y porque los bloques temáticos en que se ha estructurado, tienen suficiente entidad y han resultado de suficiente valor para constituir trabajos publicables.

El hecho de que todas las publicaciones hayan sido realizadas y firmadas junto con otros autores, indica que un trabajo de investigación, de la envergadura del conducente a una Tesis Doctoral, es posible gracias al trabajo conjunto con otros especialistas.

INDICE

- AGRADECIMIENTOS	7
- PROLOGO	11
- INDICE	15
- INTRODUCCION	19
1.- Aspectos generales y básicos iniciales	21
1.1.1.- Encuadre sistemático	21
1.1.2.- Interés y papel del grupo en el suelo	21
1.1.3.- Conocimiento del grupo en España	23
1.2.1.- Historia del fuego	24
1.2.2.- El papel del fuego en los ecosistemas mediterráneos	27
2.- Antecedentes y motivación	30
2.1.- Antecedentes	30
2.1.1.- Estudios sobre fauna edáfica en zonas incendiadas en España	30
2.1.2.- Estudios sobre fauna edáfica en zonas incendiadas a nivel mundial	31
2.1.3.- Estudios sobre el efecto de los incendios en otros factores ecológicos: otra fauna, vegetación y parámetros fisicoquímicos	33
2.2.- Motivación	35
2.2.1.- Desconocimiento oribatológico de la zona	35
2.2.2.- Problema ecológico de los incendios forestales en la zona	36
2.2.3.- Carácter bioindicador de los Oribátidos	39
3.- Selección de la zona de estudio	40
4.- Caracterización de la zona	43
4.1.- Geomorfología	43
4.2.- Edafología	47
4.3.- Climatología	51
4.4.- Vegetación	59
5.- Diseño del muestreo: muestreos y localidades	67
6.- Hipótesis de trabajo y objetivos generales	83

- MATERIAL Y METODOS	85
1.- Estudio biológico y fisicoquímico de las muestras	88
1.1.- Estudio biológico (fauna)	88
1.2.- Estudio fisicoquímico (parámetros)	90
1.2.1.- Granulometrías	91
1.2.2.- pH	92
1.2.3.- Contenido de Nitrógeno total	92
1.2.4.- Contenido de Carbono orgánico oxidable .	93
1.2.5.- Contenido de materia orgánica	94
1.2.6.- Capacidad de campo	94
1.2.7.- Fraccionamiento de la materia orgánica .	95
2.- Análisis fisicoquímico de los suelos, y faunístico, taxonómico, biogeográfico y ecológico de los Oribátidos	97
2.1.- Análisis fisicoquímico	97
2.2.- Análisis faunístico	99
2.3.- Análisis taxonómico	102
2.4.- Análisis biogeográfico	104
2.5.- Análisis ecológico	105
2.5.1.- Análisis de diversidad y equilibrio . .	106
2.5.2.- Análisis multivariantes	108
3.- Programas informáticos empleados en el tratamiento matemático-estadístico de los datos	112
- RESULTADOS (publicaciones -P-)	113
1.- Parámetros fisicoquímicos	115
* P1: <i>Estudio de varios parámetros fisicoquímicos en suelos de pinar incendiados de la Sierra de Gredos (Avila, España)</i>	117
2.- Faunística	161
* Listado sistemático de especies	163
* P2: <i>Estudio faunístico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de un sector de la cara Sur de la Sierra de Gredos (Avila)</i> . . .	175

3.- Taxonomía	215
* P3: <i>Cinco nuevas especies de Acaros Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de la Sierra de Gredos (Avila, España)</i>	217
* P4: <i>Paternoppiinae n. subfam. de pinares incendiados de la Sierra de Gredos (Avila, España), con descripción de Paternoppia andalusicabulensis n. gen., n. sp. (Acari, Oribatida, Oppiidae)</i>	245
* P5: <i>Gredosella fraternalis n. gen., n. sp., un nuevo oribátido (Acari, Oribatida, Machuellidae) de un pinar incendiado de la Sierra de Gredos (Avila, España)</i>	255
4.- Biogeografía	263
* P6: <i>Oribátidos (Acari, Oribatida) de la Sierra de Gredos (Avila)</i>	265
* P7: <i>Consideraciones sobre la biogeografía de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de la Sierra de Gredos (Avila)</i>	283
5.- Ecología	303
* P8: <i>Estudio ecológico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de una zona de la Sierra de Gredos (Avila, España). 1. Análisis de la diversidad y el equilibrio de las poblaciones</i>	305
* P9: <i>Estudio ecológico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de una zona de la Sierra de Gredos (Avila, España). 2. Afinidades cenóticas e interespecíficas, caracterización y evolución de la fauna en zonas incendiadas, y relación de la fauna con los parámetros fisicoquímicos</i>	339
- CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES	373
1.- Parámetros fisicoquímicos	375
2.- Faunística (y Taxonomía)	376
3.- Biogeografía	378
4.- Ecología	380
5.- NOTAS FINALES	385
- BIBLIOGRAFIA	387
- APENDICE	419
* Tablas con los resultados totales de la identificación de los Oribátidos por localidades y muestras	421

INTRODUCCION

1.- ASPECTOS GENERALES Y BASICOS INICIALES

1.1.1.- Encuadre sistemático del grupo.

La consideración sobre el encuadre sistemático de los Acaros Oribátidos que parece más comúnmente admitida y utilizada, es la que incluye dentro de la Subclase *Acarí* de la Clase *Arachnida* dos Superórdenes, *Anactinotrichida* y *Actinotrichida*, dentro del segundo de los cuales estarían ubicados con la categoría de Orden los *Oribatida* o *Cryptostigmata* (v. d. HAMMEN, 1968 y 1972), junto con *Acaridida* y *Actinedida*.

La sistemática básica de los Oribátidos comúnmente seguida, fue establecida por GRANDJEAN (1953, 1965 y 1969) y BALOGH (1972), fijándose los rasgos esenciales de su división en grupos filéticos, grandes grupos y superfamilias, y en gran medida también las familias reconocidas actualmente.

1.1.2.- Interés y papel del grupo en el suelo.

Los Acaros Oribátidos constituyen uno de los grupos de fauna edáfica numéricamente (no en biomasa) dominantes, principalmente en los horizontes orgánicos de los suelos, alcanzando dentro de ellos unas densidades de entre varios cientos de miles y un millón de individuos por metro cuadrado. Sus modestas dimensiones, que los encuadrarían dentro de la categoría de mesofauna -0,1/2 mm.- (COINEAU, 1974) -0,2/4 mm.- (BACHELIER, 1978), y su, generalmente, buen esclerosamiento de la cutícula, dotan al grupo de una muy amplia valencia ecológica, lo que les ha permitido colonizar numerosos nichos dentro del suelo, y una gran variedad de medios fuera de éste.

Algunas de las formas de vida no propiamente edáficas que llevan determinados Oribátidos, en ocasiones verdaderamente rigurosas, serían: muscícolas, arborícolas, corticícolas y sobre cualquier resto vegetal (ramas, tocones, etc.; saxícolas, lapidícolas y sobre rocas alimentándose de líquenes;

dulceacuículas y de agua marina; hospedadores intermedios de helmintos, de fases larvarias de tenias (*Anoplocephalidae*) parásitas de hervíboros (PEREZ-IÑIGO, 1969 -d- y 1970); e incluso asociados forética o simbióticamente a insectos.

Pero, como se ha indicado anteriormente, donde verdaderamente son extraordinarios en abundancia y diversidad es en el suelo, habitando entre los poros de todos sus horizontes, siempre que exista un mínimo de humedad y materia orgánica, y encontrando por ello su óptimo en las capas de hojarasca y humus. De las funciones que COINEAU (*op. cit.*) atribuye a la fauna edáfica en general, los Oribátidos -junto con los Colémbolos- tienen un papel protagonista en: (1) la fragmentación o división mecánica de los restos vegetales que utilizan como alimento, aumentando la superficie y las vías de entrada para la actuación de los microorganismos (bacterias y hongos) en la mineralización de la materia orgánica, y (2) el proceso de humificación, por contar en su tubo digestivo con bacterias simbiotes humificantes (KUBIENA, 1955; PEREZ-IÑIGO, 1969 -c-; LEBRUN, 1979 -a-). Ambas funciones, son de una importancia capital para el reciclado de nutrientes, dirigido en primera instancia a la plantas, por lo que su papel es relevante como eslabón en los ciclos biogeoquímicos de la materia y por ello en la fertilidad biológica de los suelos. Algunos autores, también les atribuyen un cierto papel como reguladores del crecimiento de hongos en el suelo.

Según BACHELIER (1978) -para toda la fauna del suelo-, se distinguirían dos tipos fundamentales de regímenes alimenticios: (1) el fitófago, de los animales que se alimentan de tejidos vegetales vivos, y (2) el saprófago, de los animales que se alimentan de tejido vegetal muerto, de su microflora asociada -bacterias, hongos y algas-, de la microfauna -protozoos y nemátodos- y de diversos productos de la descomposición. Asimismo, también pone de manifiesto ejemplos de diversificación hacia la predación, la necrofagia y la coprofagia.

El papel de los Oribátidos dentro del suelo y del ecosistema, deriva fundamentalmente de sus hábitos alimenticios, que siguiendo a LUXTON (1972), pueden considerarse básicamente de tres tipos: (1) macrofitófagos (xilófagos y filófagos), se alimentan de materia procedente de plantas superiores (madera de troncos, ramas, peciolo, etc. y hojas), (2) microfitófagos, comen microorganismos y microflora (bacterias, hongos, algas, etc.), y (3) panfitófagos, viven de todo tipo de formas vegetales y microbios. El hábito más extendido es el tercero, la inespecificidad alimenticia, aunque en condiciones experimentales se ha conseguido casos de especificidad alimenticia Oribátido-hongo.

Teniendo en cuenta su importante papel ecológico, y su elevado número de especies y formas -estrechamente relacionadas con su medio- (entre 5.000 y 6.000 especies descritas actualmente en todo el mundo, y deben significar un porcentaje minoritario de las que existen -20 % según J. BALOGH et P. BALOGH, 1992-), los Acaros Oribátidos deben ser un grupo faunístico muy a tener en cuenta en los programas de conservación de la biodiversidad de nuestros ecosistemas (HUNT, 1994; GIL-MARTIN et SUBIAS, *in litt.*).

1.1.3.- Conocimiento del grupo en España.

Una buena y exhaustiva revisión histórica sobre el estudio de los Acaros Oribátidos a nivel mundial y en España, se puede observar en PEREZ-ÍÑIGO (1969), por lo que me remitiré en este aspecto a ese trabajo, para intentar evitar redundancias innecesarias. También me permitiré hacer referencia a otro trabajo recopilatorio, GIL-MARTIN et SUBIAS (1995), para una apreciación actualizada y en profundidad del conocimiento del grupo tanto a nivel nacional como mundial.

Como se refleja en el último trabajo referido, la España Peninsular, desde la perspectiva oribatológica, es una de las zonas del Mediterráneo Occidental relativamente bien estudiadas

y por ello mejor conocidas, así como de las más ricas de este ámbito. Igualmente, parece contar con el mayor grado de endemismo o exclusividad dentro de las zonas estudiadas de esta porción del Mediterráneo (GIL-MARTIN *et* SUBIAS, *in litt.*). Ello ha animado a la continuación de los estudios y ha permitido que se hayan emprendido en nuestro país, básicamente a partir de principios de los años ochenta, diversos estudios de tipo ecológico en suelos de distintas zonas, utilizando los Oribátidos como elemento biológico central (GIL-MARTIN *et* SUBIAS, 1995). No obstante, como advertía de modo genérico McFADYEN (1957), es fundamental para poder emprender otros estudios (ecológicos, biogeográficos, etc.) o poder dar valor a los resultados de éstos, tener un buen conocimiento del grupo desde el punto de vista sistemático. Por lo que los estudios taxonómico-faunísticos deberán seguir realizándose (GIL-MARTIN *et* SUBIAS, 1995; SUBIAS *et* GIL-MARTIN, 1996), simultáneamente con los ecológicos o de otro enfoque, para perfeccionar el conocimiento del grupo, y hacerle de este modo más útil (y utilizado) para técnicos y gestores ambientales. En este sentido se propone como estrategia más práctica, no intensificar el estudio de las zonas ya conocidas en uno u otro grado, sino centrarse en el estudio de las zonas que representan absolutas lagunas del conocimiento oribatológico, como son en nuestro país todo el Noroeste peninsular, Extremadura y el litoral de Cataluña y Levante.

1.2.1.- Historia del fuego.

Los incendios en la naturaleza son un fenómeno que de forma natural ha existido sobre la Tierra desde tiempos geológicos (JONES *et* CHALONGER, 1992), por lo que cabe suponer que desde muy antiguo determinados ecosistemas de todo el planeta han convivido y evolucionado con este importante suceso ocasional.

Diversos estudios han evidenciado la existencia de carbón de leña fósil, al menos, desde el Devónico -hace 375 m. a.- (mucho antes de la aparición del hombre), que se formaba al quemarse los vegetales de esos, a menudo, exuberantes bosques pretéritos en

una atmósfera suficientemente pobre en oxígeno como para no permitir una combustión integral. Se trata de tejidos carbonizados, muy ricos en carbono, poco biodegradables por ser muy resistentes a los ataques microbianos, y que se hallan presentes principalmente en rocas sedimentarias: vetas de hulla, arcillas, areniscas y calizas, y en algunas rocas volcánicas.

El origen fundamental de esos paleoincendios, fue el rayo, presente desde muy antiguo y con evidencias fósiles de marcas o cicatrices desde el Mioceno -hace 25 m. a.-, el vulcanismo, con fragmentos de troncos carbonizados en coladas antiguas -Eoceno: 55 m. a.-, y las combustiones espontáneas en acumulaciones de restos vegetales por fenómenos de descomposición química.

La frecuencia e incidencia ecológica en tiempos geológicos de este fenómeno natural esporádico, no son bien conocidas. No obstante debió influir mediante el oscurecimiento que provocarían las grandes cantidades de hollín que se generan en un gran incendio -que haría modificarse determinadas condiciones climáticas- y mediante la puesta en marcha de procesos de destrucción y reactivación.

Siguiendo a KAYLL (1974) y TRABAUD (1992 -b-) en el análisis del fuego en tiempos prehistóricos e históricos, el hombre de esa época debió utilizar y controlar el fuego desde hace aproximadamente medio millón de años, dependiendo con anterioridad a ese momento de la eventual ocurrencia de incendios naturales. Sin embargo, hace sólo entre 50.00 y 20.000 años que el hombre es capaz de producirlo y dominarlo enteramente, y que comienza por ello a ser utilizado por éste como herramienta. Por tanto, durante cientos de miles de años el hombre debió preocuparse de mantener y transportar consigo el fuego, recogido a partir de las igniciones producidas por agentes naturales.

El fuego ha sido utilizado por el hombre, a nivel mundial y particularmente en la cuenca mediterránea, tanto en la

prehistoria como en tiempos históricos, como un elemento para conseguir muy diversos fines, de manera especialmente intensa y eficaz a partir de que consiguió afianzar su control sobre este fenómeno. Así, el fuego ha sido utilizado por el hombre, siguiendo un orden cronológico más o menos riguroso, para calentarse, cocinar (cocer o asar) alimentos, facilitar la visibilidad y sus desplazamientos -en praderas, sabanas y bosques- (con el incremento de su seguridad y sus posibilidades de caza), protegerse, fabricar útiles de piedra, cazar, mejorar pastos y generar rebrotes para el ganado (y la caza), promover el crecimiento de algunas plantas útiles para alimentación, como instrumento de guerra y como herramienta cultural (en agricultura y ganadería).

Antes de su dominio del fuego, el hombre debió utilizarlo fundamentalmente para calentarse, protegerse y fabricar útiles en piedra. Asimismo, debe ser muy primitivo su uso para propiciar cambios en un medio desfavorable que incrementasen sus condiciones de bienestar y seguridad.

Los primeros cazadores prehistóricos y los cazadores-recolectores paleolíticos, utilizaron con profusión el fuego con diferentes objetivos: hacer salir a los animales de sus refugios o aguaridos, dirigirlos en la dirección deseada (a su captura o muerte), incrementar la visibilidad para tener mejor acceso a la presa, y producir zonas de vegetación renovada que atraen a los hervíboros (las presas más frecuentes). El desbroce de las zonas mediante fuego, les facilitaba asimismo la recolección en esos lugares de algunos frutos y huevos de aves, y la captura de insectos y mamíferos jóvenes que se concentraban de modo especial en los lugares en regeneración tras el incendio.

Después, los primeros pastores, emplearon el fuego para abrir los terrenos enmarañados al paso de su ganado, para que en el lugar desbrozado se generasen zonas de pasto con rebrotes tiernos del matorral, y para proteger a su ganado frente a los predadores salvajes. Y en el Neolítico, los primeros agricultores, comenzaron a emplear el fuego fundamentalmente para despejar terrenos que poner en cultivo.

Ya en tiempos prehistóricos aunque de un modo especialmente exhaustivo en tiempos históricos, el hombre usó el fuego como instrumento en sus enfrentamientos con sus congéneres de otros clanes, etnias o convicciones. Así, el hombre prehistórico lo utilizó tanto para defender sus territorios de alimentación (caza) como para apoderarse de los dominios de grupos vecinos; y en tiempos históricos, en la mayoría de las guerras desde antiguo (al menos desde tiempos de los romanos), se ha usado el fuego para evitar posibles emboscadas, eliminar los recursos y escondites del enemigo en campos y bosques, y hacer salir a los adversarios de sus refugios.

Desde antiguo, pero especialmente desde la Edad Media y hasta siglo XIX, el fuego fue utilizado fundamentalmente con fines agrícolas y ganaderos. Los agricultores, para desbrozar terrenos para su siembra y para proporcionar abono con las cenizas, mediante la quema de los restos vegetales sobre la tierra cavada, y los ganderos para abrir al pastoreo terrenos de bosque y matorral y para generar la aparición de ricos y atractivos renuevos vegetales.

De todas las prácticas y utilidades que han ido quedando reflejadas con anterioridad, a partir del siglo XIX sólo pervive con cierta entidad, más como hábito que como herramienta rentable, el uso ganadero del fuego por parte de algunos pastores y cabreros del área mediterránea. Si bien en ciertas zonas poco desarrolladas del planeta, aún se utilizan con fines agrícolas e incluso, por algunos pueblos aborígenes de Africa, para determinadas estrategias de caza.

1.2.2.- El papel del fuego en los ecosistemas mediterráneos.

El fuego como fuerza ecológica muy antigua, y también de ancestral utilización por el hombre, ha influido en la cuenca mediterránea de un modo importante en la modelación (y evolución) de los ecosistemas y de los paisajes, compartiendo protagonismo con el clima y la morfología del terreno. Así, las comunidades

biológicas mediterráneas han resultado y son reflejo, de una larga historia de influencia del fuego y del hombre sobre su entorno. Estas comunidades podrían ser catalogadas como pirófilas, ya que naturalmente están adaptados a convivir con el fuego, por lo que éste está integrado en la funcionalidad general del ecosistema y suelen ser los elementos propios los que se reinstalan regenerando el medio después de no mucho tiempo.

En estos ecosistemas mediterráneos pirófilos, la vegetación suele adoptar técnicas pasivas o activas de regeneración acorde con la ocurrencia periódica del fuego. En las primeras, el vegetal no se ve estimulado por el incendio, defendiéndose de éste con espesas cortezas o follaje poco inflamable, y en las segundas la planta ve estimulada su regeneración o el poder de dispersión o germinación de sus semillas con el fuego. En los animales, las tácticas utilizadas para salvarse en los incendios, volviendo cuando éstos han pasado y existen unas mínimas condiciones de habitabilidad, suelen ser su refugio en zonas del suelo no alcanzadas por las altas temperaturas superficiales o la huida hacia zonas no quemadas.

Los efectos directos de los fuegos en los ecosistemas, derivan de la combustión de la materia vegetal (con lesión o muerte de la planta) y la muerte por quema o asfixia de los animales, y los efectos indirectos, derivan de la perturbación que produce el incendio en todos los elementos del hábitat: suelo, humedad, zonas de cría, etc. Estos efectos varían en función de toda una serie de factores, como la naturaleza del sustrato, el tipo de combustible (vegetación), el tipo de incendio (clase e intensidad), la climatología inmediatamente después, etc.

En definitiva, y siguiendo a grandes rasgos una buena síntesis sobre el tema recogida en SAIZ (1990), el fuego juega papeles muy diversos dentro del ecosistema y sobre sus diferentes elementos.

Sobre el suelo, provoca una disminución en la capacidad de retención de agua, incrementa la susceptibilidad a ser erosionado, aumenta la concentración de iones (Ca, K, Mg) lo que eleva el pH, y provoca la concentración de fósforo en las capas superiores.

Sobre la vegetación, favorece la pervivencia y expansión de determinadas especies y limita el crecimiento de otras, puede reemplazar en climas secos parte de la acción descomponedora de bacterias y hongos, y mantiene las series en situaciones sucesionales de alta diversidad específica.

El efecto sobre la fauna vertebrada o macrofauna, es muy variado dependiendo de la movilidad de la especie, de la intensidad y duración del incendio, y de la abundancia de refugios como madrigueras o grietas, y sobre la fauna artropodiana (en general meso y microfauna), los distintos autores no concuerdan en sus conclusiones, ya que para algunos los efectos son inexistentes, limitados o muy temporales (DE IZARRA, 1977; GUILLON, 1970) -fundamentalmente porque en esos casos los incendios no han sido especialmente intensos y por ello la mortífera elevación de temperatura sería insignificante muy cerca de la superficie- y para otros el incendio provoca considerables disminuciones poblacionales (HUTA *et al.*, 1969). No obstante, como afirma SAIZ (*op. cit.*) en el efecto sobre la fauna, juega un papel importante tanto la naturaleza del incendio y los combustibles como la etología y fenología de las especies involucradas.

Sea como fuere, a la vista de discordancias como las precedentes, las conclusiones de cualquier estudio sobre el efecto del fuego sobre los ecosistemas, deberían relacionarse de un modo estrecho -para intentar ser lo más rigurosos posible-, con el tipo de biotopo y de incendio sobre los que se está trabajando, y referirse a un momento concreto y explícito del período postincendio. Este será el enfoque que demos a nuestras conclusiones.

Finalmente, en general, cabe apuntar que el hombre ha sido responsable de la extensión del fuego a ecosistemas en los que este fenómeno no era parte de su historia natural, así como del incremento de la frecuencia de ocurrencia de quemas en los ecosistemas adaptados a vivir con el fuego como episodio cíclico, y en esa medida responsable de los efectos negativos que en la actualidad puede producir en algunas zonas.

Así, se puede hablar del fuego, en algunos ecosistemas mediterráneos (pirófilos) y con determinada periodicidad, más como un elemento perturbador (funcional) que como un elemento negativo o catastrófico (TRABAUD et GUILLON, 1992). En este contexto, algunos autores le atribuyen un papel natural dinamizador y regenerador del ecosistema.

2.- ANTECEDENTES Y MOTIVACION

2.1.- Antecedentes.

2.1.1.- Estudios sobre fauna edáfica en zonas incendiadas en España.

Entre principios y mediados de los años ochenta, se tiene constancia de que el Dr. Subías (de la Universidad Complutense de Madrid) y la Dra. Moraza (de la Universidad de Navarra) hicieron por separado sendos planteamientos de estudio de ácaros edáficos en zonas incendiadas, sin que ninguno de los dos llegase a publicar resultados.

De este modo, el primer trabajo de entidad, de que se tiene constancia, sobre fauna edáfica en zonas incendiadas en España, encuadrado dentro del proyecto de la C.A.I.C.Y.T. nº 0016/81 - fauna y flora edáfica y su importancia en la regeneración de áreas de bosques quemados-, sería el estudio de Oníscidos (Isopoda, Crustacea) de suelos de bosque quemado llevado a cabo en el valle del Tiétar (Piedralaves y La Adrada) en la Provincia de Avila (POLLO ZORITA, 1985).

Ya desde el principio de los años noventa, han comenzado a hacerse más frecuentes, presumiblemente a la vista del importante incremento de la gravedad de los incendios forestales en nuestro país, los estudios que tratan sobre el efecto de los incendios, como perturbación traumática del ecosistema, en las poblaciones de determinados grupos de la fauna edáfica, así como habitualmente también en determinados parámetros fisicoquímicos de los suelos afectados. Así, MATEOS *et al.* (1991) analizan el efecto de los incendios forestales sobre los colémbolos de encinares de sierras de la Cadena Prelitoral catalana y de pinares de la zona abulense citada en el estudio referido como pionero (POLLO ZORITA, *op. cit.*); PEREZ-IÑIGO (1992) hace algunas observaciones sobre los Acaros Oribátidos en pinares quemados de la misma zona del alto Tiétar abulense -este es el primer, y único hasta la fecha, trabajo realizado con Oribátidos a nivel específico-; SERRA *et al.* (1992) estudian el efecto del incendio forestal sobre artrópodos edáficos en encinares de la Cordillera Prelitoral catalana; MATEOS (1992) y SARLE *et al.* (1993), analizan en el mismo contexto ecológico y geográfico anterior, respectivamente, el efecto sobre los colémbolos y los ácaros edáficos; ITURRONDOBEITIA *et al.* (1994), realizan un primer avance del análisis del impacto de los incendios forestales sobre comunidades de oribátidos en bosques de Vizcaya (estudio que se inscribe dentro del mismo Proyecto del que resulta esta Tesis); y GARCIA *et al.* (1995) estudian la explotación post-fuego por hormigas en robledales de la provincia de León.

Sobre un grupo edáfico u otro -isópodos, colémbolos, ácaros, hormigas- y en una formación vegetal u otra -pinar, encinar, robledal-, ya se han realizado en España una serie de investigaciones que nos servirán de elemento de contraste para la ponderación de nuestros resultados.

2.1.2.- Estudios sobre fauna edáfica en zonas incendiadas a nivel mundial.

El estudio a nivel mundial de la incidencia de los incendios forestales sobre las poblaciones de diversos grupos de la fauna de los suelos, es mucho más antiguo, remontándose los primeros

trabajos ecológicos sobre el tema -de que se tiene constancia-, a los años treinta, que tuvieron por escenario algunas zonas de los Estados Unidos. Así, son trabajos pioneros los de RICE (1932) sobre el efecto de los incendios de primavera en las comunidades animales de la pradera en Illinois, y HEYWARD *et* TISSOT (1936) sobre los cambios en la fauna del suelo asociados a los incendios en los pinares ("longleaf pine") del Suroeste estadounidense.

Desde ese momento, y con una acentuación especial a partir de los años ochenta, se han llevado a cabo multitud de estudios con el semejante objetivo de analizar el efecto de los incendios forestales (de bosque, pradera, etc.; no manejados o prescritos) sobre la fauna de los suelos, en muy diversos lugares de la geografía terrestre, si bien son escasos aquellos que tratan sobre un grupo concreto y a nivel específico (este es también el caso de los Oribátidos). En este contexto, cuya expresión exhaustiva daría lugar a una lista interminable de trabajos, se refieren a continuación algunos de los más relevantes, y ajustados a los propósitos de nuestro estudio, con el marco geográfico y biológico (medio) en que se inscribe -todos ellos realizados sobre microartrópodos o insectos y a partir de incendios no manejados o fuegos prescritos-.

En Estados Unidos -además de los mencionados trabajos pioneros-: BUFFINGTON (1967), en pinares de New Jersey, METZ *et* FARRIER (1973), en pinares de Carolina del Sur, (LUSSENHOP, 1981) en praderas de Wisconsin, y ANDERSON *et al.* (1989), en praderas de Illinois.

En Europa -al margen de los trabajos realizados en España, referidos con anterioridad-: HUHTA *et al.* (1967) y HUHTA *et al.* (1969), en bosques de conífera de Finlandia, BRIAN *et al.* (1976) en brezales de Dorset (Gran Bretaña), VANNIER (1978), en bosques caducifolios cerca de París (Francia), ATHIAS-BINCHE *et* SAULNIER (1986), SAULNIER *et* ATHIAS-BINCHE (1986), ATHIAS-BINCHE (1987), y ATHIAS-BINCHE *et al.* (1987), en bosques de encina y alcornoque de los Albères (Pirineos Orientales-Francia), BELLIDO (1983) y BELLIDO (1987), en landas (matorral) de varios lugares de Francia.

En Australia, SPRINGETT (1971) en una plantación de pinos, SPRINGETT (1976 y 1979), MAJER (1984), ABBOTT (1984), y MAJER *et* ABBOTT (1989), en bosques de eucalipto de Australia Occidental, NEUMANN (1991) y NEUMANN *et* TOLHURST (1991), en bosques de eucalipto de Victoria, y SMITH (1990) y ANDERSEN (1991), respectivamente, en praderas de una zona desértica y en sabanas tropicales de eucalipto, del Territorio Norte.

En Africa, GUILLON (1970), BLANDIN (1971) y ATHIAS *et al.* (1975), en sabanas preforestales de Costa de Marfil, y SPICKETT (1992), en una sabana del Noreste de Sudáfrica.

En Sudamérica, DE IZARRA (1977), en una zona semiárida de la Pampa en Argentina, PEREIRA DE OLIVEIRA *et* FRANKLIN (1993), en bosque tropical de la Amazonia de Brasil, y (SAIZ *et* BASCUÑAN, 1990 -a- y -b-), en vegetación esclerófila mediterránea de la V Región de Chile.

En Japón, TOUYAMA *et al.* (1989) y TOUYAMA *et* NAKAGOSHI (1992 -a-), en pinar de la Prefectura de Hiroshima.

Aunque en todos los trabajos referidos anteriormente se trata de un modo destacado el efecto de los incendios sobre la fauna edáfica, en varios de ellos, con más amplios objetivos, también se estudian otros efectos, como sobre la fauna epigea o la vegetación.

2.1.3.- Estudios sobre el efecto de los incendios en otros factores ecológicos: otra fauna, vegetación y parámetros fisicoquímicos.

También se han investigado frecuentemente, y desde muy antiguo, los efectos de los incendios forestales (no manejados o prescritos) sobre otro gran número de factores o elementos de los ecosistemas igualmente interesantes que la fauna edáfica, y cuyas conclusiones en ocasiones también nos servirían como elemento de contraste para nuestro estudio. Algunos de estos

elementos ecológicos estudiados tras el impacto del fuego, serían:

(1) otra fauna, no edáfica, -tanto invertebrada como vertebrada-: pequeños roedores en pradera y matorral de California (COOK, 1959), mamíferos, reptiles y aves en herbáceas y matorrales de California (HOWARD *et al.*, 1959), mamíferos y aves en chaparral de California (LAWRENCE, 1966), insectos en chaparral de California (FORCE, 1981 y 1990), insectos y vertebrados en chaparra de California -y otras zonas mediterráneas- (QUINN, 1990), mariposas y reptiles en bosque tropical húmedo de Papúa Nueva Guinea (BOWMAN *et al.*, 1990), saltamontes en pradera del Sureste de Arizona (BOCK *et al.*, 1991), insectos y arácnidos en pradera de Massachusetts (DUNWIDDIE, 1991), coleópteros carábidos en bosque boreal de Canadá (HOLLIDAY, 1991 y 1992), artrópodos, pequeños mamíferos y aves en pradera, matorral -maquia- y bosque -alcornoque y encina- de los Pirineos Orientales (PRODON, 1992) e insectos en la V Región de Chile (SAIZ *et al.*, 1990, y SAIZ *et al.*, 1990);

(2) la vegetación: herbáceas y matorral con pino, enebro y roble en Utah (PICKFORD, 1932), bosques de pino y roble en New Jersey (LITTLE *et al.*, 1949), bosques de cedro rojo y roble en Carolina del Norte (PENFOUND, 1968), eucaliptal, pinar y bosque tropical de Australia, Estados Unidos y Tailandia (MUTCH, 1970), brezales de Bretaña (CLEMENT *et al.*, 1981), encinares de Córcega (ALLIER *et al.*, 1981), praderas de Montana (ANTOS *et al.*, 1983), eucaliptal de Australia Occidental (ABBOTT *et al.*, 1983 y 1984), matorral mediterráneo de Grecia (ARIANOUTSOU-FARAGGITAKI, 1984), bosque de cedro y pino de Argelia (MEDDOUR, 1992), brezal de León -España- (CALVO *et al.*, 1992), vegetación leñosa mediterránea de Montpellier -Francia- (TRABAUD, 1992 -a-), herbáceas, arbustos y arbolado mediterráneo de la V Región -Chile- (VILLASEÑOR *et al.*, 1990 -a- y -b-), pinares del Norte de Arizona (PETERSON *et al.*, 1994), y pinares de Grecia (DASKALAKOU *et al.*, 1996, y KAZANIS *et al.*, 1996);

y (3) determinados parámetros o caracteres fisicoquímicos del suelo: erosión, capacidad de infiltración y humedad en chaparral

de California (SAMPSON, 1944), cantidad de nutrientes en pinares del Suroeste de Arizona y chaparral de California (WAGLE *et* KITCHEN, 1972, y DEBANO *et* CONRAD, 1978), parámetros físicos, químicos y biológicos en bosques de conífera de Finlandia (VIRO, 1974), efectos erosivos en matorral y repoblaciones de pino y eucalipto de Galicia -NO de España- (DIAZ-FIERROS *et al.*, 1982), alteraciones físico- y bio-químicas en pinar de Avila -Centro de España- (VELASCO *et al.*, 1986), infiltración y erosión en matorral y repoblación de pino de Alicante -SE de España- (MANGAS *et al.*, 1992), y propiedades y nutrientes en matorral y pinar de Valencia -Este de España- (ANDREU *et al.*, 1996).

Algunos trabajos, tratan en sentido amplio el efecto de los incendios sobre todos los parámetros ecológicos importantes que han ido quedando reseñados: vegetación, fauna y propiedades fisicoquímicas del suelo (ABBOTT *et al.*, 1984; CHRISTENSEN *et* ABBOTT, 1989; TRABAUD, 1991).

Finalmente, se tiene constancia de que desde el Departamento de Ecología de la Universidad Complutense de Madrid, se han emprendido investigaciones sobre el efecto de los incendios en la vegetación de alguna zona del valle del Tiétar cercana a nuestra área de estudio (no teniéndose noticia sobre los resultados obtenidos). E igualmente, desde el Departamento de Ecología de la Universidad de León, se llevan a cabo investigaciones sobre la regeneración de la vegetación después del incendio en robledales de la Provincia de León.

2.2.- Motivación.

2.2.1.- Desconocimiento oribatológico de la zona.

Como más adelante se profundiza en el apartado (publicación) de Faunística del capítulo de Resultados de esta Memoria, uno de los motivos principales que nos movió a acometer este estudio, fue el escaso conocimiento de la fauna de Acaros Oribátidos (así como de la fauna artropodiana e invertebrada en general) de la Sierra de Gredos, tratándose sin embargo de una zona cercana y *a priori* muy interesante.

En efecto, el conocimiento previo que se tenía de la zona, tanto desde el punto de vista oribatológico (y faunístico en general) como botánica, geológica y biogeográficamente, apuntaban hacia unos valores importantes de diversidad y excepcionalidad. La ubicación y especiales condiciones bioclimáticas de la zona de estudio, debían jugar un importante papel en la determinación faunística, hipótesis que toma cuerpo con el descubrimiento en Gredos, a partir de muestreos muy puntuales hechos antes de 1992, de algunas especies de Oribátido nuevas para la Ciencia, por lo que un estudio exhaustivo de la zona presumíamos debía ofrecer interesantes aportaciones para incrementar el conocimiento de la fauna de estos ácaros edáficos en la Península Ibérica.

2.2.2.- Problema ecológico de los incendios forestales en la zona.

Otro de los motivos fundamentales que nos impulsaron a realizar este estudio, fue que la zona fijada como área de muestreo en la vertiente Sur del Macizo Central de Gredos, soporta desde muy antiguo una especial incidencia (concentración espacial y frecuencia) de incendios forestales, principalmente sobre su extensa masa arbolada. La recurrencia de este fenómeno, otrora menos frecuente y más disperso, ha comenzado a suponer para la zona un importante problema ecológico.

Motivos de carácter botánico-forestal, climático y socio-cultural, han propiciado que, particularmente en esta zona del Sur gredense, el fenómeno de los incendios haya sido un suceso normal, y especialmente incidente durante los meses de verano.

En efecto, la vegetación real dominante en todo el territorio, una extensa masa de pino (mayoritariamente *P. pinaster* -pino resinero por excelencia-) con matorral acompañante o sustitutivo (con frecuencia de leguminosas y cistaceas), presenta una igniscibilidad muy alta, debido a los elevados contenidos de resinas y otras sustancias altamente inflamables (en plantas como el pino o la jara).

El clima de tipo mediterráneo entre continental y subhúmedo, presenta un largo período de tres meses, coincidente con el verano, de temperaturas muy altas y precipitaciones muy escasas o casi ausentes, lo que provoca una extraordinaria desecación de la vegetación -combustible vegetal-, que incrementa mucho su igniscibilidad.

Y además: (1) el tradicional uso del fuego como herramienta cultural, fundamentalmente por ganaderos para producir renuevos vegetales y por agricultores para la eliminación de restos de cultivo y maleza, (2) la relativamente reciente "independencia laboral" del hombre de la zona respecto a sus masas forestales, fundamentalmente con el abandono de la resinación y la disminución general de rentabilidad de éstas, y (3) la, también reciente, masiva afluencia de visitantes durante la época estival, la de máximo riesgo, y su progresiva afición al uso recreativo de las zonas forestales, hacen de los incendios un fenómeno de frecuente ocurrencia en Gredos, especialmente numerosos y particularmente importantes durante el verano.

En definitiva, al creciente desinterés y abandono del monte, tradicionalmente uno de sus principales medios de vida, por parte de los habitantes naturales de la zona, se une el ascendente interés y afluencia de personas en general culturalmente ajenas a este medio, con lo que la conjunción de ambos factores (monte más susceptible y mayor probabilidad de ocurrencia) cristaliza en un mayor peligro y una mayor incidencia de este fenómeno (idea acorde con MARTINEZ RUIZ, 1996).

No obstante, lo que ha cambiado fundamentalmente desde mediados de la década de los setenta en adelante, con respecto a períodos más antiguos -en que también había incendios-, es que recientemente (1) el monte a entrado en un estado de abandono que le hace más propenso a arder y con mayor virulencia, y (2) la frecuencia de ocurrencia de los incendios en una misma zona (recurrencia) se ha incrementado muchísimo. Lo primero, tiene su origen (1) en el abandono o fuerte recesión, de prácticas y trabajos tradicionales que mantenían el monte "descargado" de

materia (combustible) vegetal muerta, como la extracción de leña y el carboneo, y los caminos que lo recorrían bien transitables, como la resinación y la ganadería extensiva -ésta, también contribuía a disminuir la carga de combustible vegetal sobre todo del estrato arbustivo-, y (2) en la insuficiencia de las labores silvícolas (desbroce, olivado, aclarado, etc.) que se llevan a cabo en los montes. Y lo segundo, tiene su origen en parte en lo primero, y en parte en el incremento de la incidencia de toda una serie de causas nuevas, que exceden el contenido y objetivos de este trabajo, y que quedarían catalogadas en las categorías de "intencionados" y "por negligencia".

La gran virulencia de los incendios, durante el pasado reciente -veinte o veinticinco últimos años- en nuestra zona de estudio, y de una manera fundamental su elevada recurrencia en determinados lugares, ha hecho de este fenómeno, en otro tiempo más esporádico y asumido como parte del ciclo natural con cierta frecuencia por el ecosistema, el origen de un patente proceso de degradación de los suelos de esa zona del Sur de Gredos. Esta degradación de los suelos, que tiene su origen en la repetición de la quema de un mismo lugar en pocos años, ha llevado aparejados problemas ecológicos importantes como fenómenos de erosión y disminución de fertilidad, constatables en la imposibilidad o gran dificultad de regeneración de la vegetación en esos puntos. No obstante, el problema de la pérdida total de suelos por erosión, no llega a niveles semejantes a los del Levante español.

Principalmente, el hecho de que los incendios forestales en esta zona abulense hayan alcanzado el nivel de problema ecológico, y, secundariamente, el hecho de contar con un campo de experimentación "privilegiado" en este aspecto, por la abundancia y diversidad de áreas susceptibles de ser muestreadas en un territorio relativamente pequeño, nos impulsaron a plantear esta investigación.

El fenómeno de los incendios forestales en la Provincia de Avila, es analizado en profundidad por el mismo autor de esta Memoria en un trabajo aparte ahora en preparación (GIL-MARTIN, *in prep.*).

2.2.3.- Carácter bioindicador de los Oribátidos.

El tercer motivo básico que influyó en la acometida del presente estudio, fueron las contrastadas potencialidades bioindicadoras, acorde con su importante papel (descomponedor y humificador) en los suelos y en el ecosistema, del grupo objeto de mi especialización: los Acaros Oribátidos.

Se han utilizado a nivel mundial los Acaros Oribátidos, por su fuerte relación con el medio edáfico que habitan, desde hace varias décadas y con gran profusión, en estudios de bioindicación o biomonitorización de condiciones o alteraciones de los suelos de muy diverso tipo y en muy distintas situaciones.

En un trabajo reciente, GIL-MARTIN et SUBIAS (1995) realizan una exhaustiva recopilación de información sobre todas las líneas de trabajo que se han abordado en bioindicación con Oribátidos, por lo que para una mayor profundización en el tema nos permitimos remitirles a él. Asimismo, con anterioridad, en el apartado de Antecedentes de esta Memoria, se pueden observar un significativo número de ejemplos de trabajos que versan sobre bioindicación de Oribátidos en zonas incendiadas.

No obstante, de modo resumido se puede indicar que tres han sido las líneas básicas de trabajo que se han seguido en bioindicación con Oribátidos en España hasta la fecha: (1) en zonas de cultivo en uso y abandonadas (MAHMUD *et al.*, 1983; RUIZ *et al.*, 1986; SUBIAS *et al.*, 1986; ACOSTA *et al.*, 1987; RUIZ, 1987; ADAN *et al.*, 1991), (2) en zonas bien conservadas y alteradas (SALOÑA *et al.* ITURRONDOBEITIA, 1990; ITURRONDOBEITIA *et al.* SALOÑA, 1990; ITURRONDOBEITIA *et al.* SALOÑA, 1991), y (3) en zonas repobladas con pino (JORDANA *et al.*, 1987; MORENO, 1991). Y de

igual modo resumidamente, a nivel mundial se ha estudiado la bioindicación con Acaros (generalmente Oribátidos) de muy diversas condiciones o factores ambientales: modificación del paisaje, metales pesados, residuos de pesticidas y fertilizantes, prácticas agrícolas, reforestación, salinización, contaminación gaseosa y líquida, contaminación radiactiva, lluvia ácida, urbanización, inundación, etc. (COLEMAN *et MacFADYEN*, 1966; DINDAL *et NORTON*, 1979; LEBRUN, 1979; LEE ROCKETT, 1986; VASILIU, N. *et MIHAILESCU*, 1989; PAOLETTI *et al.*, 1991; ALBERTI *et al.*, 1991; KOEHLER, 1992; TOUYAMA *et NAKAGOSHI*, 1992 -b-).

También ha sido empleado el grupo en Paleobiología, en la reconstrucción de paleoambientes y de la relación pretérita de las masas de tierras en tiempos geológicos (SCHELVIS, 1990; HAMMER *et WALLWORK*, 1979), y en ciertos bioensayos, generalmente introduciendo los Oribátidos en terrenos de cultivo para mejorar las propiedades del suelo (GHILAROV, 1965).

3.- SELECCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

El lugar elegido para la realización del estudio, se sitúa en un sector de la cara Sur del Macizo Central de la Sierra de Gredos en la Provincia de Avila.

Concretamente la zona de muestreo sería una mancha de terreno que comprende varios barrancos, en cuyo fondo corren arroyos o ríos tributarios del río Tiétar por su margen derecha, y términos municipales de la vertiente Sur gredense. A saber, (1) el "Barranco de la Cinco Villas", determinado por los arroyos que forman el río Ramacastañas, donde se encuentran los municipios de Mombeltrán, Santa Cruz del Valle, San Esteban del Valle, Villarejo del Valle y Cuevas del Valle, (2) el barranco del río Arenal, donde se ubican los municipios de El Arenal, El Hornillo y Arenas de San Pedro, (3) el barranco del río Pelayo - subsidiario del río Arenal-, donde se halla el municipio de Guisando, y (4) el barranco del río Garganta de Santa María, que toma aguas de las gargantas Lóbrega y Blanca, en el que se sitúa el término de Candeleda (ver mapa de situación en la Figura 1).

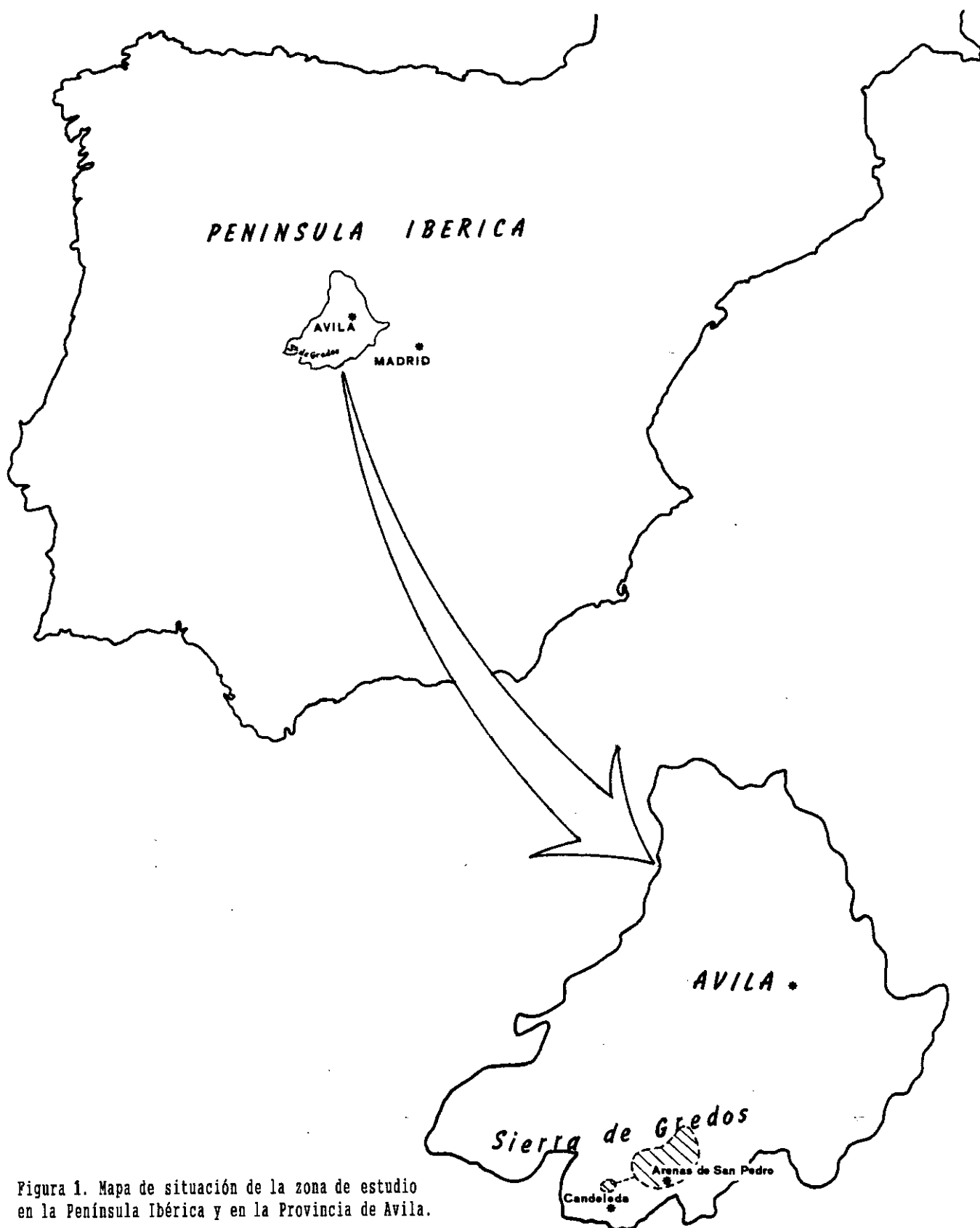


Figura 1. Mapa de situación de la zona de estudio en la Península Ibérica y en la Provincia de Avila.

En todos los términos municipales referidos, excepto en Villarejo del Valle que sólo figura para completar la definición geográfica de la zona, se fijaron localidades de muestreo.

El muestreo se realizó sobre los terrenos ocupados por el extenso y homogéneo pinar -casi absolutamente de *Pinus pinaster* Ait.-, que ocupa el piedemonte y las laderas de la zona de contacto entre el valle del río Tiétar y la Sierra de Gredos, y en un margen altitudinal entre 500 y 1.250 m.s.n.m.

La elección de esta zona como objeto de estudio, obedece fundamentalmente a los siguientes motivos: (1) su fauna de Acaros Oribátidos era casi completamente desconocida, (2) era por su ubicación y condiciones geológicas y climáticas un área que presumíamos albergaría una gran riqueza y excepcionalidad faunística, (3) su vegetación en general, y sus masas arbóreas en particular, habían sufrido muchos incendios y muy frecuentes desde muy antiguo, por lo que (a) resultaba interesante comprobar qué estaba pasando con esos suelos incendiados -y su fauna-, y (b) se contaba con un amplio abanico de lugares susceptibles de ser investigados -de diferentes tamaños y edades-, y (4) la homogeneidad de sus condiciones ecológicas básicas -y climatológicas-, con una masa arbolada constituida exclusivamente por pinares y unos suelos casi por completo de tipo tierra parda sobre granito, ofrecía una importante ventaja al intentar en nuestro estudio buscar las diferencias entre los distintos lugares muestreados en función de factores, como la edad o el tamaño de la zona quemada, que tuviesen su origen en el incendio.

4.- CARACTERIZACION DE LA ZONA

4.1.- Geomorfología.

La morfología y geología de todo el Sistema Central, y de la Sierra de Gredos en particular, ha sido objeto de estudio desde muy antiguo por parte de los geólogos, fundamentalmente debido al interés que despertaron su origen remoto y sus

extraordinarias dimensiones. Así, siguiendo a algunos de los autores que han centrado sus trabajos en la zona del Sistema Central que es objeto de nuestro estudio (VIDAL BOX, 1937; BIROT et SOLE SABARIS, 1954; DE PEDRAZA et LOPEZ, 1980), se pueden establecer la historia geológica y los rasgos morfológico-geográficos y litológicos que a continuación se exponen.

Dos momentos en la historia geológica, que se corresponden con sendas fases orogénicas, resultaron determinantes en la conformación del relieve montañoso de la Cordillera Central: (1) finales del Paleozoico (Era Primaria), orogenia Hercínica, y (2) mediados del Cenozoico (Era Terciaria), orogenia Alpina, si bien, existen englobados en los materiales paleozoicos hercinianos, materiales arcaicos o paleozoicos antiguos como huellas de fases orogénicas muy primitivas.

Hace aproximadamente 350 m. a. (durante el periodo Devónico de la era Primaria), comenzaron a actuar, sobre los materiales arcaicos y los sedimentos de la gran cuenca que era la actual meseta castellana, los grandes esfuerzos tectónicos que constituyen la denominada orogenia Hercínica, produciendo sobre ellos deformaciones o rupturas que dieron lugar a las formas plegadas o fracturadas que erigieron la montaña. Los materiales más rígidos, que fueron los que se fracturaron, lo hicieron según una orientación NO-SE, dando ese rumbo general a la Cordillera. Este periodo orogénico, duró aproximadamente hasta mediados del Triásico. En los movimientos póstumos hercinianos o tardihercínicos, aún se plegaron y fracturaron los materiales de la ingente construcción hercínica.

Durante la parte final de la Era Primaria, toda la Secundaria y la primera parte de la Terciaria (el período comprendido entre los 300 y los 40 m. a.), se observó un largo periodo de estabilidad cortical -si bien se han constatado ciertos movimientos de importancia menor durante el Jurásico-, durante el cual la erosión por los agentes externos actuó de manera importante hasta dejar la Cordillera emergida reducida a una extensa penillanura. Durante este tiempo el nivel marino se

acercó en sucesivas transgresiones (la más importante en el Cretácico) hasta la zona hoy abulense de la Cordillera, produciéndose en esta cuenca una importante sedimentación de los materiales procedentes de la denudación de la montaña.

A partir de mediados del Cenozoico (hace aproximadamente 40 m. a.), comienzan a producirse de nuevo importantes movimientos y esfuerzos tectónicos -que constituyeron lo que se ha denominado orogenia Alpina-, que actúan sobre los materiales paleozoicos resultantes de la anterior gran orogenia, de modo semejante a como lo había hecho ésta -plegando, dislocando o fracturando-, y produciendo un abombamiento y una basculación que a grandes rasgos respetaba el patrón preexistente. Esta fase orogénica, supone un importante rejuvenecimiento para la penillanura que formaba la Meseta, alcanzando como resultado de ella la Cordillera Central las máximas alturas de su historia.

El resultado de los ingentes esfuerzos verificados durante este periodo orogénico en la zona de Gredos, fue la fractura de los rígidos materiales -plutónicos y metamórficos- conformantes del zócalo paleozoico, derivándose de ello un territorio formado por bloques que constituían alineaciones montañosas elevadas y depresiones que actuaban como fosas intermedias.

Dos hechos muy importantes tienen su origen en este último gran periodo orogénico: el basculamiento general del bloque de la Meseta Central hacia el oeste -que hace que los ríos de la zona vayan a desembocar al Atlántico-, y la acusada asimetría existente entre las dos vertientes de Gredos, con un desnivel meridional mucho más brusco -motivado por el mayor salto de falla en el límite con la Submeseta Sur y por el basculamiento hacia el Norte del bloque principal-. Esta forma de cuña asimétrica, especialmente acusada en Gredos, ha dado lugar a las denominaciones intuitivas de "sierra brava" para la vertiente Sur y "sierra mansa" para la vertiente Norte.

Los rasgos morfológicos básicos de la Cordillera Central, y de un modo particular de su porción en torno a la Sierra de Gredos, se conformaron en el periodo de la historia geológica considerado anteriormente, si bien durante todo el Cuaternario

actuaron los agentes externos erosionando el nuevo Macizo, teniendo una importancia capital en la actual morfología gredense la acción modeladora de ríos y glaciares.

Como elementos básicos del paisaje de Gredos así conformado, se distinguen cuatro unidades morfológicas bien definidas: (1) las montañas -bloques elevados en forma de cuña asimétrica, Gredos-, (2) las plataformas -dovelas elevadas de erosión posthercínica, La Paramera-, (3) planicies -bajas plataformas resultado de la erosión mesozoica, alto Alberche-, y (4) valles longitudinales -surcos entre los grandes bloques que cortan las planicies, río Tormes-.

Efectuando un transepto N-S para poner de manifiesto los principales elementos orográficos presentes en la Cordillera Central a nivel de la Sierra de Gredos, se observa la siguiente sucesión de alineaciones montañosas y valles: Sierra de Avila, Valle del Adaja, Sierras de La Serrota y La Paramera, Depresión de los ríos Alberche y Tormes, Sierra de Gredos, Valle del Tiétar, y Sierra de San Vicente o del Piélagos. Gredos es de todas esas alineaciones y de todo el Sistema Central, la montaña de mayor espesor, con unos 40 Km. de anchura, y de mayor altura, con el Pico Almanzor de 2.592 m.

La Sierra de Gredos constituye, con sus 140 Km. de longitud, una porción importante y mediada dentro de la Cordillera Central, que se extiende como conjunto de Sierras de orientación ENE-OSO a lo largo de unos 500 Km. Comenzando por su extremo más oriental y concluyendo por el más occidental, se pueden distinguir en la Cordillera Central las siguientes alineaciones montañosas o sierras con entidad definida: La Pela, Somosierra, Guadarrama, Gredos, La Peña de Francia, Gata, La Estrella y La Lousa (estas dos últimas en Portugal). Asimismo, de Este a Oeste se pueden diferenciar en la Sierra de Gredos tres porciones bien delimitadas: el Macizo Oriental -desde su extremo hasta el Puerto del Pico-, el Macizo Central -desde ese punto hasta el Puerto de Tornavacas- y el Macizo Occidental -desde ese punto hasta el Corredor de Béjar-.

La litología subyacente en toda la Sierra de Gredos viene caracterizada por la presencia mayoritaria de rocas plutónicas, surgidas en intrusiones tardihercínicas, y también significativa de rocas metamórficas, originadas a partir de las altas presiones y temperaturas a que se sometió a las rocas sedimentarias durante la orogenia hercínica -y en ocasiones a la proximidad de magmas-. Así, la roca dominante en toda la Sierra es el granito adamellítico de dos micas, y las otras rocas de presencia relevante son las pizarras (o esquistos) -localizadas en formando una mancha entre Arenas de San Pedro y Guisando- y gneises -en Arenas de San Pedro-. Ambos tipos litológicos, constituirán la "roca madre" de los suelos de la zona de estudio, y determinarán de un modo importante sus características.

4.2.- Edafología.

Siguiendo los contenidos fundamentales de diversos trabajos que tratan las características edafológicas de la Sierra de Gredos (MINISTERIO DE AGRICULTURA, 1958; GARCIA RODRIGUEZ *et al.*, 1966; JIMENEZ *et GUERRA*, 1975; HOYOS DE CASTRO *et al.*, 1980; GARRO GARCIA *et DE LA FUENTE DIAZ*, 1988), y tomando como referencia la clasificación y nomenclatura del U. S. D. A. (*United States Department of Agriculture*), se puede extraer que siguiendo una catena altitudinal en la cara Sur del Macizo Central de Gredos, desde las orillas del río Tiétar hasta las altas cumbres de la Sierra, se podrían distinguir los siguientes tipos de suelo: aluviales, tierras pardas degradadas, tierras pardas meridionales: con afloramientos rocosos y con aportes coluviales, tierras pardas húmedas y litosuelos. En determinados lugares con condiciones especiales, se pueden observar tierras pardas de césped alpino -en zonas altas y frías, con pastos de altura-, suelos con hidromorfía temporal o permanente -generalmente en vegas de arroyos- o formas terrificadas de suelos relictos tipo *rotlehm*.

En la zona de estudio, las laderas entre los 500 y los 1.250 metros de la cara Sur del Macizo Central de Gredos , no se encuentran presentes ni los suelos aluviales -que quedan en la

zona de avenida del Tiétar-, ni las tierras pardas degradadas -que circundan los anteriores en el fondo de valle cerca de Lanzahíta y Candeleda-, ni los litosuelos -que están en las zonas más altas de Gredos-, ni tampoco los tipos especiales referidos en último término: de césped alpino, hidromórficos o *rotlehm*. Así, los dos tipos generales de suelos que caracterizan la zona estudiada son las tierras pardas meridionales y las tierras pardas húmedas.

De un modo generalizado, los suelos de la zona objeto de estudio se desarrollan en un territorio cuyo sustrato litológico dominante es de tipo plutónico: fundamentalmente granito de tipo adamellítico, existiendo como excepción una pequeña área, entre Guisando y Arenas de San Pedro, cuyos suelos se asientan sobre roca de tipo metamórfico: pizarra. Sobre sustrato granítico (sobre el complejo granito-gneis), la inmensa mayoría del territorio, se desarrollan suelos de tipo tierra parda meridional y tierra parda húmeda, y sobre sustrato pizarroso, una pequeña zona, se desarrollan suelos de tipo tierra parda húmeda.

Las tierras pardas meridionales sobre base granítica se localizan en la zona más baja y menos accidentada del piedemonte del Valle -a partir de los suelos aluviales y degradados más próximos al Tiétar-, si bien lo más común es que, debido al relieve y a la naturaleza del granito abulense, se presente generalmente con afloramientos rocosos.

Las propiedades fundamentales de este suelo serían: (a) profundidad variable (30-50 cm), debido a las variaciones de relieve y los afloramientos rocosos, (b) contenido en humus medio o bajo, dependiendo de la vegetación, (c) estructura suelta y textura arenosa, (d) pequeño poder de retención de agua y (e) laboreo fácil.

Sus características físicas más importantes serían: contenido en arena gruesa entre 60 y 80 %, en fracción arcilla inferior al 10 % y en materia orgánica entre 1 y 3 %, todo ello nos da, junto con la pequeña profundidad y sobre todo en las zonas desprovistas de vegetación, suelos con condiciones físicas desfavorables y con gran peligro de erosión.

Sus características químicas más relevantes serían: gran pobreza en calcio y fósforo, valores de nitrógeno y potasio medios o bajos, baja capacidad de cambio, valores de pH relativamente elevados y buen grado de humificación.

Como ya se apuntó anteriormente, prácticamente no existen en toda la zona grandes extensiones homogéneas de tierras pardas meridionales, siendo por el contrario absolutamente frecuentes los suelos con afloramientos rocosos, formados generalmente por grandes bloques graníticos más o menos redondeados y desgastados por la meteorización física -en ocasiones llegando a formar *xerorankers*-.

El otro subtipo reseñable presente en la zona, son las tierras pardas meridionales con aportes coluviales, que forman, en fondos de valle y laderas, suelos muy profundos por fenómenos de coluviación, y que suelen ser zonas muy productivas sobre los que se asientan cultivos horto-frutícolas, como en el valle bajo del río Arenal.

Las tierras pardas húmedas sobre sustrato granítico, constituyen los suelos de la mayor parte de las laderas de las montañas del área de estudio, por encima de las tierras pardas meridionales y dando paso en altura a los litosuelos.

Las propiedades fundamentales de este suelo serían: (a) profundidad muy variable debido a los fuertes cambios de pendiente, altitud y orientación, (b) variable grado de desarrollo, por las razones anteriores y los cambios climáticos, observándose horizontes A, (B) y C bien diferenciados, (c) contenido en humus medio o elevado, (d) estructura esponjosa o grumosa, y (e) alto poder de retención de agua. Los suelos de este tipo que se han puesto en cultivo se han empobrecido, adquiriendo con ello propiedades de tierra parda meridional.

Sus rasgos físicos más relevantes serían: predominio de la fracción arenosa, especialmente la arena gruesa, más importante lavado horizontal que vertical, en zonas de gran pendiente, por lo que suelos de ladera y pie de sierra son más potentes y arcillosos.

Sus características químicas más importantes serían: extremada pobreza en calcio y fósforo, variable contenido en potasio y ricos en nitrógeno, valores de pH entre ácidos y casi neutros, capacidad de cambio media o baja, y buen grado de humificación.

Como se indicó anteriormente, las tierras pardas húmedas suelen extenderse desde el límite superior de la tierras pardas meridionales hasta donde deja de crecer el bosque de robles, esto significa en la vertiente Sur hasta cerca de los 2.000 m. de altitud. A este tipo de tierras se asocian también en grandes extensiones afloramientos rocosos, *rankers* -aprovechables para prados-, tierras pardas subhúmedas -en zonas bajas y llanas-, y suelos profundos por aportes coluviales -en valles no muy cerrados, como el de Mombeltrán-.

Las tierras pardas húmedas sobre sustrato metamórfico, generalmente pizarras, constituyen los suelos de una pequeña mancha de terreno localizada entre las localidades de Guisando y Arenas de San Pedro.

Se desarrollan sobre pizarras de distintos tipos -hay incluso gneis- en una zona de relieve accidentado, siendo sus propiedades principales: (a) poca profundidad, aunque con horizonte húmico bien desarrollado -tipo *mull* o *moder*-, (b) lavado moderado, (c) bajo poder de retención de agua, (d) moderadamente ácido, (e) muy pobre en fósforo y (f) con contenido en calcio y potasio disminuyendo en profundidad.

Este suelo presenta una fuerte tendencia a la *podsolización*, que se ve favorecida por la vegetación pero dificultada por lo accidentado del relieve -que limita el lavado vertical-.

De modo resumido y global, los suelos de la zona de estudio sobre los que se asientan los extensos pinares, tipificados como tierras pardas -suelos pardo forestales jóvenes-, presentan perfil A(B)C, y son arenosos (< 10 % de arcilla, 15-25 % de limo), no muy pedregosos y ácidos (pH 4,6-6,2).

4.3.- Climatología.

La Sierra de Gredos presenta un clima claramente determinado por su situación geográfica, su orientación, su altitud y su morfología. Y análogamente, la zona de estudio presenta unos rasgos climáticos básicos que son consecuencia de su ubicación concreta dentro del área general de la Sierra, tomando los caracteres particulares que los factores generales expuestos anterioremente determinan para ese punto.

De modo general el clima de la Sierra de Gredos, al igual que el de toda la Provincia de Avila, se encuadra dentro del tipo mediterráneo continental. Tiene su origen principalmente en su situación en el interior de la Península Ibérica y se caracteriza por una marcada estacionalidad, evidenciable a partir de la observación de los contrastados valores mensuales de los dos parámetros climáticos fundamentales: precipitación y temperatura. Así, en algunos puntos las precipitaciones globales son elevadísimas (superiores a 2.000 mm. anuales) y las temperaturas pueden llegar a valores muy extremos (-11 y 45 °C), por lo que su mediterraneidad deriva de la irregular distribución de estos factores climáticos a lo largo del año.

Su orientación (1), básicamente E-O, su altitud (2), mayor de 2.500 m. en algunos puntos, y su morfología (3), fuerte asimetría de desniveles entre las dos vertientes, han dado lugar a una diferenciación, dentro del tipo general, de dos condiciones climáticas bien contrastadas entre las dos vertientes de la Sierra. Así, la vertiente Norte tiene un más acusado carácter continental, siendo más seca y fría, y la vertiente Sur tiene una mayor influencia atlántica, siendo más húmeda y cálida.

La orientación general E-O, determina unas buenas condiciones de insolación y una favorable penetración de los vientos y frentes atlánticos dominantes, hechos que condicionan las altas precipitaciones y benignidad de la vertiente Sur.

Las diferencias altitudinales, con desniveles de 2.000 m. en la vertiente Sur -entre el valle del Tiétar y las cumbres- y de 1.000 m. en la vertiente Norte -entre los valles de Alberche y Tormes y las cumbres-, establecen un gradiente térmico muy importante estimado para la zona en 0,5-0,6 °C por cada 100 m.

El fortísimo escarpe de la cara Sur, a modo de muralla, provoca el ensombrecimiento pluviométrico y termométrico de todo el territorio situado al Norte de la Sierra.

Siguiendo básicamente a GARMENDIA (1972), con algunos aspectos complementados a partir de DE NICOLAS *et al.* (1979), se realiza a continuación una caracterización climatológica más pormenorizada de la zona de estudio.

La zona de estudio, en la cara Sur del Macizo Central de la Sierra de Gredos, comprende localidades situadas entre los 500 y los 1.250 m. en el piedemonte y las laderas del territorio de transición entre el valle del río Tiétar y la Sierra (su nombre concreto y ubicación se han referido con anterioridad en el apartado "selección del lugar de muestreo" de esta Introducción).

Esta zona se caracteriza desde el punto de vista pluviométrico, por presentar los índices de precipitación anual más elevados de toda la Provincia, fundamentalmente debido a la penetración por el SO del viento ábrego de carácter atlántico que provoca lluvias abundantes en la vertiente Sur (superiores a 1.000 mm. anuales) y particularmente copiosas en esta zona (mayoritariamente por encima de los 1.500 mm. anuales). En este sentido, el promedio anual de precipitación más alto de toda la Provincia se da en una localidad de nuestra zona de estudio, Guisando, con 2.271 l/m² (el extremo opuesto lo representa la capital, Avila, con un promedio anual verdaderamente escaso de 360 l/m²). Pero para ponderar el dato extremo ofrecido para Guisando, mostrando así una visión pluviométrica más real de esta zona gredense, los datos medios de precipitación anual de otras de nuestras localidades serían:

Arenas de San Pedro: 1.415 mm.

Candeleda: 1.010 mm.

Santa Cruz del Valle: 1.389 mm.

Villarejo del Valle: 1.521 mm.

En cuanto a la distribución de las precipitaciones a lo largo del año, se constata que con carácter general en toda la Provincia (1) la mayor escasez se registra en los meses de julio y agosto -con mínimo siempre en agosto-, y (2) la mayor abundancia se da en dos momentos: en primavera, en el mes de

marzo -y en determinadas zonas a veces en mayo-, y en otoño, en los meses de noviembre y diciembre. Sin embargo, comparando nuestra zona de estudio -la más húmeda- con las zonas más secas de la Provincia -la parte llana septentrional- se observa, a partir de los porcentajes mensuales de precipitación respecto al total anual, que en nuestra zona las diferencias entre los meses más lluviosos (marzo, noviembre y diciembre) y los más secos (julio y agosto) son mucho más importantes, es decir, que el descenso relativo de lluvia en primavera es más acusado y el aumento relativo en otoño es menos rápido en la zona húmeda objeto de estudio (ver tabla contigua).

	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zona húmeda (Sur Macizo Central Sierra de Gredos)	10,6	8,9	13,3	8,9	7,9	5,0	1,7	1,6	6,0	9,4	13,4	13,3
Zona seca (llanura septentrional)	7,5	6,7	10,4	9,1	10,4	9,4	4,0	3,2	9,7	9,9	9,4	10,3

Desde el punto de vista térmico o termométrico, esta zona se caracteriza por presentar una calidez superior a la del resto del territorio de la Provincia y buena parte del centro de la Península, con temperaturas medias anuales bastante altas como los 13,7 °C de Villarejo del Valle, los 14,9 °C de Arenas de San Pedro o los 15,4 °C de Candeleda. También con carácter general, se observa en la zona un gradiente ascendente de temperaturas de Norte a Sur y desde las zonas altas a las bajas, así como unas temperaturas extremas más acusadas en el verano (máximas más altas) que en el invierno (mínimas no muy bajas).

A partir de datos concretos de tres localidades representativas de la zona: Arenas de San Pedro -620 m.s.n.m.-, Villarejo del Valle -825 m.s.n.m.- y Candeleda -428 m.s.n.m.-, se pueden definir, estableciendo las medias, una serie de parámetros que podría caracterizar de un modo más detallado las condiciones térmicas de la zona a lo largo del año, y que se muestran a continuación.

	invierno (diciembre/enero)	verano (julio/agosto)
Media mensual (14,6 °C):	6,1 °C	25,1 °C
Media de las máximas (21,4 °C):	10,5 °C	33,7 °C
Media de las mínimas (8,5 °C):	1,7 °C	16,5 °C
Máximas absolutas (45 °C):	18,3 °C	40,8 °C
Mínimas absolutas (- 11 °C):	- 8,1 °C	8,5 °C

Utilizando el método de Thornthwaite, GARMENDIA (*op. cit.*) hace una serie de cálculos y consideraciones teniendo en cuenta un importante factor bioclimático como es la evapotranspiración, que sería una medida de la pérdida de agua del suelo. En la zona de estudio, se registran unos valores de evapotranspiración potencial, superiores a los 700 mm. anuales (con un máximo en Arenas de San Pedro de 836), que se verifican mayoritariamente durante los meses desde finales de primavera hasta mediados del otoño -con valores máximos durante el verano-. Según la eficacia térmica, relacionada con la evapotranspiración potencial, la zona estaría encuadrada, según la tipificación de Thornthwaite, dentro del tipo climático mesotérmico B'₂: eficacia térmica media anual superior a 712 mm., no concentrándose de un modo especial el valor de eficacia en el verano (subtipo b'₃: 51,9-56,3 %), si bien en esta zona se concentra más que en centro provincial, al norte de Gredos.

En función de los valores medios anuales de superávit y déficit de agua, y de evapotranspiración potencial Thornthwaite define un índice hídrico (I_h), según el cual en nuestra zona encontraríamos climas húmedo (de los tipos B₂, B₃ y B₄) y perhúmedo (de tipo A) -mancha descrita por Guisando, Santa Cruz, Puerto del Pico, El Arenal-. Dentro de éstos, un índice de aridez (I_a), que expresa la relación entre el déficit y la necesidades de agua, sitúa a las partes bajas de nuestra zona con un déficit grande de agua en verano (subtipo s₂) y las partes más elevadas con un déficit moderado (subtipo s). Así, de modo generalizado, la zona presenta a lo largo del año cinco meses secos y siete meses húmedos.

En las Figuras 2 y 3 se exponen, respectivamente, gráficos con el balance hídrico y tablas con los valores mensuales de todos los factores e índices climáticos referidos con anterioridad, de las tres localidades respresentativas de la zona

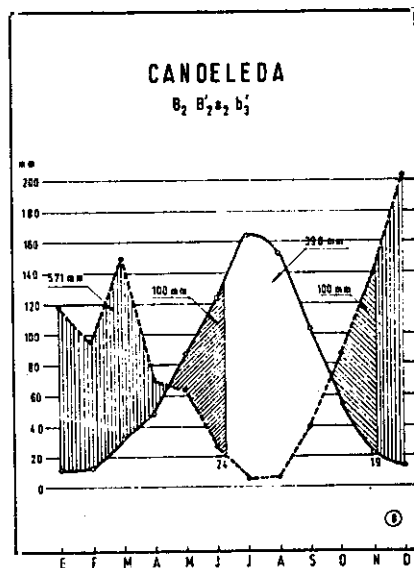
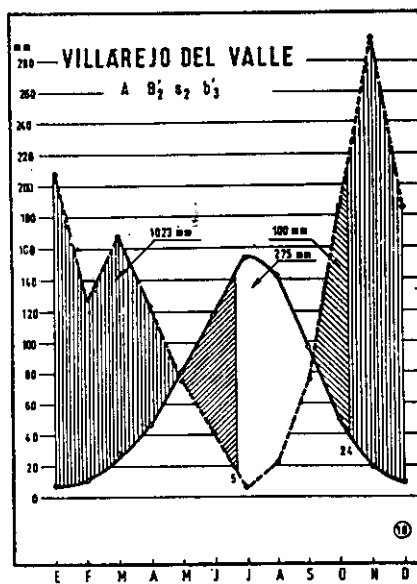
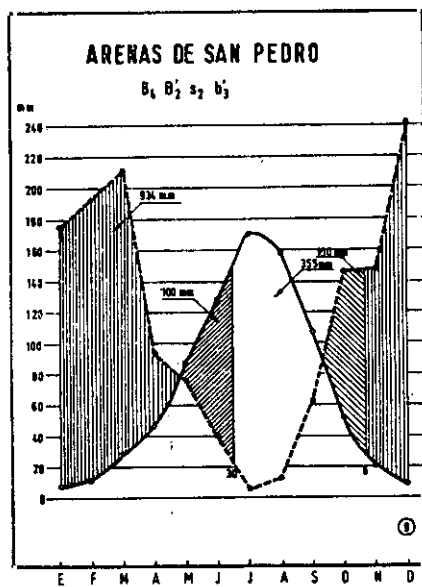


Figura 2. Gráficos de balance hídrico de tres localidades representativas de la zona de estudio: Arenas de San Pedro, Villarejo del Valle y Candeleda.

ARENAS DE SAN PEDRO «Monte el Berrocal»

Latitud: 40° 12' N, Longitud: 5° 04' W, Altitud: 620 m. Tipo climático: B₄ B'₄ s₂ b'₃

	Enero	Febr.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Setiem.	Oct.	Nov.	Dic.	A ñ o
Temperatura media	5,2	6,2	10,0	12,7	17,6	22,2	26,4	26,4	22,3	15,1	9,2	5,8	
Evapotranspiración potencial (mm.)	8	12	30	47	88	129	171	159	108	53	21	10	836
Precipitación media (mm.)	176	193	212	95	76	40	7	14	63	147	149	243	1415
Variación de la reserva	0	0	0	0	-12	-88	0	0	0	94	6	0	
Reserva	100	100	100	100	88	0	0	0	0	94	100	100	
Evapotranspiración real	8	12	30	47	88	128	7	14	63	53	21	10	481
Déficit de agua	0	0	0	0	0	1	164	145	45	0	0	0	355
Superávit de agua	168	181	182	48	0	0	0	0	0	0	122	233	934
Desagüe	157,7	169,4	175,7	111,8	55,9	27,9	14,0	7,0	3,5	1,8	61,9	147,4	934
Coefficiente de humedad	21,00	15,08	6,07	1,02	-0,14	-0,70	-0,96	-0,91	-0,42	1,77	6,10	23,30	

$I_h = 111,7$ $I_a = 42,5$ $I_m = 86,3$ Concentración en verano = 54,9 %

VILLAREJO DEL VALLE

Latitud: 40° 17' N, Longitud: 5° 00' W, Altitud: 825 m. Tipo climático: A B'₂ s₂ b'₃

	Enero	Febr.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Setiem.	Oct.	Nov.	Dic.	A ñ o
Temperatura media	4,4	5,4	9,1	11,6	16,3	20,6	24,7	24,7	20,8	13,9	8,2	5,0	
Evapotranspiración potencial (mm.)	8	11	29	46	82	118	155	144	98	50	20	10	771
Precipitación media (mm.)	208	128	168	124	76	41	7	22	76	187	296	186	1.519
Variación de la reserva	0	0	0	0	-6	-77	-17	0	0	100	0	0	
Reserva	100	100	100	100	94	17	0	0	0	100	100	100	
Evapotranspiración real	8	11	29	46	82	118	24	22	76	50	20	10	496
Déficit de agua	0	0	0	0	0	0	131	122	22	0	0	0	275
Superávit de agua	200	117	139	78	0	0	0	0	0	37	276	176	1.023
Desagüe	181,0	149,0	144,0	111,0	55,5	27,8	13,9	7,0	3,5	20,2	148,1	162,0	1.023
Coefficiente de humedad	25,00	10,64	4,79	1,70	-0,07	-0,65	-0,95	-0,85	-0,22	2,74	13,80	17,60	

$I_h = 132,6$ $I_a = 35,7$ $I_m = 111,2$ Concentración en verano = 54,1 %

CANDELEDA

Latitud: 40° 08' N, Longitud: 5° 12' W, Altitud: 428 m. Tipo climático: B₂ B'₂ s₂ b'₃

	Enero	Febr.	Mar.	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agos.	Setiem.	Oct.	Nov.	Dic.	A ñ o
Temperatura media	6,6	6,7	11,0	13,4	17,8	22,0	26,0	26,0	22,2	15,6	10,2	7,1	
Evapotranspiración potencial (mm.)	12	12	33	49	87	124	165	153	104	55	23	13	830
Precipitación media (mm.)	119	96	150	71	64	27	5	7	40	87	140	205	1011
Variación de la reserva	0	0	0	0	-23	-77	0	0	0	32	68	0	
Reserva	100	100	100	100	77	0	0	0	0	32	100	100	
Evapotranspiración real	12	12	33	49	87	104	5	7	40	55	23	13	440
Déficit de agua	0	0	0	0	0	20	160	146	64	0	0	0	390
Superávit de agua	107	84	117	22	0	0	0	0	0	0	49	192	571
Desagüe	107,8	95,9	106,5	64,2	32,1	16,0	8,0	4,0	2,0	1,0	25,0	108,5	571
Coefficiente de humedad	8,92	7,00	3,55	0,45	-0,26	-0,78	-0,97	-0,95	-0,62	0,58	5,09	14,77	

$I_h = 68,8$ $I_a = 47,0$ $I_m = 40,6$ Concentración en verano = 53,2 %

Figura 3. Tablas de valores de varios factores e índices climáticos de tres localidades representativas de la zona de estudio: Arenas de San Pedro, Villarejo del Valle y Candeleda.

ya utilizadas con anteriormente en este apartado a modo de ejemplo: Arenas de San Pedro, Villarejo del Valle y Candeleda (tomado de GARMEDIA, *op. cit.*).

Siguiendo a ALLUE ANDRADE (1990), en su mapeo de las unidades resultantes de la relación clima-vegetación en España, la zona de estudio, a caballo entre el piedemonte y la ladera de la porción central del Sur de Gredos, participaría de tres subtipos fitoclimáticos -que a grandes rasgos ya han quedado definidos y caracterizados con anterioridad desde el punto de vista puramente climático-. Serían los denominados, en las claves en que se muestra su clasificación, como "mediterráneo genuino fresco atlántico semiárido" -4(c) 1(a) 4-, característico de las áreas basales interiores e imperante en nuestras zonas de piedemonte (las menos húmedas, como Arenas de San Pedro y Candeleda), "nemoromediterráneo genuino fresco atlántico semihúmedo" -4(b) 1(a) 3-, característico de las orlas interiores de media montaña e imperante en nuestras zonas de ladera (como Villarejo del Valle), y "nemoromediterráneo subnemoral fresco atlántico", condiciones fitoclimáticas presentes de modo excepcional en nuestra zona de estudio en un área relativamente modesta entre Guisando y El Arenal -si bien es el subtipo generalizado en todo el litoral gallego meridional-, cuyas características más significativas son su elevada pluviosidad y su termicidad (ejemplo de ello sería El Hornillo).

En la Figura 4 se ofrecen como elemento gráfico que sintetiza una completa caracterización climática, los climodiagramas de Gaussen-Walter correspondientes a las cuatro localidades reseñadas como ejemplo de los tres subtipos fitoclimáticos de nuestra zona referidos anteriormente -así como un climodiagrama patrón explicativo- (tomado de ALLUE ANDRADE, *op. cit.*).

4.4.- Vegetación.

En la vegetación de la Sierra de Gredos se reconocen cuatro elementos florísticos principales: endemismos (gredenses o ibéricos), mediterráneos (circunmediterráneos, mediterráneo-

occidentales u orófitos mediterráneos), eurosiberianos (eurosiberianos *s. str.*, europeos o atlánticos) y con amplia distribución (cosmopolitas y subcosmopolitas, holárticas, paleotempladas o adventicias), y otros elementos menores: boreoalpinos, paleosubtropicales, etc.

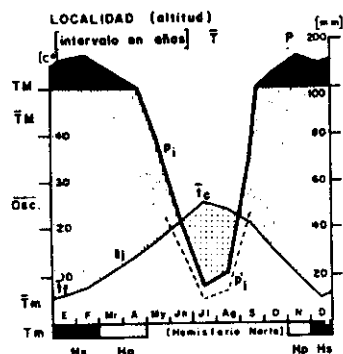
Algunos autores (LUCENO *et* VARGAS, 1991) reconocen en esta Sierra -en todo el Sistema Central- seis vías de entrada de la vegetación, tres por el Norte (dos nororientales -a través del Sistema Ibérico-: (1) orófitos cantábricos y (2) orófitos pirenaico-cantábricos o boreoalpinos o eurosiberianos, y una noroccidental -a través de los Montes de León-: orófitos noroccidentales ibéricos o cantábricos), una por el Oeste -a través de las Sierra Occidentales-: atlánticos, y otras dos por el Sur (una suroriental -a través de los Montes de Toledo-: orófitos nevadenses, y otra suroccidental -a través de los terrenos llanos-: suroccidentales ibéricos).

En la zona de estudio de la cara Sur del Macizo Central de Gredos, por sus benignas condiciones climáticas, la mayor aportación florística la realizan elementos llegados a través de la última vía referida, esto es, procendentes del Suroccidente de la Península.

Desde el punto de vista fitogeográfico (RIVAS-MARTINEZ, 1987), la Sierra de Gredos pertenece a la región Mediterránea, subregión Mediterránea-occidental, provincia Carpetano-Ibérico-Leonesa, subprovincia Carpetana, sector Bejarano-Gredense, y subsector Gredense, si bien la zona de estudio, situada en la cara Sur y a caballo entre el valle del Tiétar y las laderas de la Sierra, participa también de la provincia Luso-Extremadurese, sector Toledano-Tagano y subsector Talaverano-Placentino (MODESTO *et* VARGAS, 1991).

La zona de estudio se encuentra ubicada sobre los pisos bioclimáticos mesomediterráneo (mediterráneo de meseta) y supramediterráneo (montano iberoatlántico), y desde una perspectiva fitosociológica las comunidades vegetales o estadios

CLIMODIAGRAMA GAUSSEN-WALTER



- P, precipitación anual
- p_i , precipitación en cada mes (i)
- p_i' , $2/3 p_i$
- \bar{T} , temperatura media anual
- \bar{t}_i , temperatura media de cada mes (i)
- \bar{t}_f , temperatura media mensual más baja
- \bar{T}_m , temperatura media de las mínimas del mes de media más baja
- T_m , temperatura mínima absoluta del período
- Hs, meses de helada segura (en los que $\bar{T}_m \leq 0^\circ$)
- Hp, meses de helada probable (en los que $\bar{T}_m > 0^\circ$ pero $T_m \leq 0^\circ$)
- \bar{t}_c , temperatura media mensual más alta
- \bar{T}_M , temperatura media de las máximas del mes de media más alta
- T_M , temperatura máxima absoluta del período
- \overline{Osc} , media anual de la oscilación térmica diaria

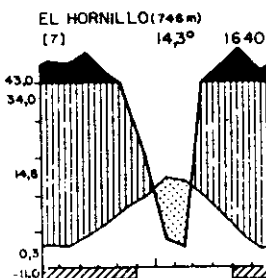
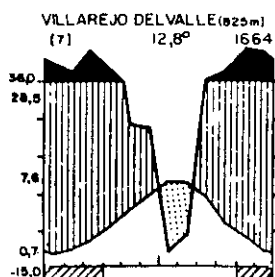
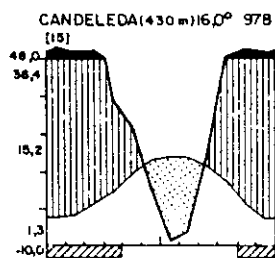
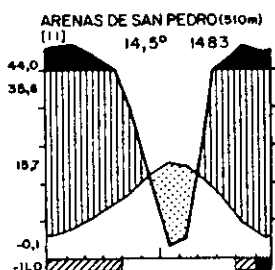


Figura 4. Climodiagramas de Gausson-Walter de cuatro localidades representativas de los distintos subtipos fitoclimáticos existentes en la zona de estudio: Arenas de San Pedro, Candeleda, Villarejo del Valle y El Hornillo.

sucesionales que podrían hallarse en ambos pisos de este área, pertenecerían a los dominios climácicos o las series de vegetación climatófilas (no edafófilas) que se detallan y analizan a continuación.

RIVAS-MARTINEZ (1975) considera que la zona perteneciente al piso mediterráneo de meseta (mesomediterráneo) del valle bajo del Tiétar abulense -un parte de nuestra zona de estudio-, dada la fuerte influencia extremeña -de la que son ejemplo la abundancia de madroñales-, presentaría un dominio climácico caracterizado por la asociación *Sanguisorbo-Quercetum suberis* perteneciente al territorio climácico *Quercion fagineo-suberis*; y que en la zona perteneciente al piso montano iberoatlántico (supramediterráneo) de este área -otra parte de nuestra zona de estudio-, se reconoce el dominio climácico *Leuzeo-Quercetum pyrenaicae*, de marcado carácter luso extremeño (atlántico meridional), perteneciente al territorio cuya alianza climax sería *Quercion robori-pyrenaicae* (*Quercion pyrenaicae*). El último dominio climácico referido, se caracteriza y diferencia del otro dominio del mismo territorio -más continental-, por su carácter termófilo que se pone de manifiesto con la aparición de elementos típicos del dominio *Quercion fagineo-suberis*.

Siguiendo al mismo autor, el encuadre sintaxonómico de las asociaciones presentes en el área sería:

. QUERCETEA ILICIS Braun-Blanquet, 1947

QUERCION FAGINEO-SUBERIS Braun-Blanquet, P. Silva et Rozeira,
1956

Sanguisorbo-Quercetum suberis Rivas Goday, 1959

. QUERCO-FAGETEA Braun-Blanquet et Viegler, 1937

QUERCION PYRENAICAE Rivas-Martínez, sal. nova

Leuzeo-Quercetum pyrenaicae Rivas Goday 1964

RIVAS-MARTINEZ (1987) considera, en su obra global y actualizada sobre la vegetación de España -de enfoque netamente fitosociológico-, que la zona de estudio, situada entre los pisos mesomediterráneo y supramediterráneo de la vertiente Sur de

Gredos, presentaría una vegetación potencial natural correspondiente a series de vegetación climatófilas de la región mediterránea.

Concretamente, en el piso mesomediterráneo se reconocerían en la zona la serie mesomediterránea luso-extramadurensesilicícola húmedo-hiperhúmeda del roble melojo (*Quercus pyrenaica*): *Arbutum unedonis-Querceto pyrenaicae sigmetum*, y la serie mesomediterránea luso-extremadurensesalicícola subhúmedo-húmeda del alcornoque (*Quercus suber*): *Sanguisorbo agrimonoidis-Querceto suberis sigmetum*. Ambas series corresponderían en su etapa madura a bosques de roble melojo y alcornoque, respectivamente, con una serie de vegetales planoesclerófilos de hoja lustrosa, acompañantes o sustitutorios, que se podrían agrupar genéricamente como madroñal (*Phyllireo-Arbutetum*), y de cuya regresión suelen derivar brezales y jarales.

En el piso supramediterráneo se puede reconocer en la zona la serie supramediterránea luso-extremadurenses o toledano-mariánica silicícola del roble melojo (*Quercus pyrenaica*): *Sorbo torminalis-Querceto pyrenaicae sigmetum*, que correspondería en su estado climácico a melojares densos creadores de suelos profundos y que serían sustituidos por matorrales retamoides, o incluso jarales-brezales, cuando entran en regresión

Todo lo anteriormente referido en clave fitosociológica, expresa las potencialidades vegetales de la zona, pero la vegetación real presente en todo el área de estudio corresponde a un extenso pinar (mayoritariamente de *Pinus pinaster* Ait.), heterogéneo únicamente por la diferente edad de los árboles en las distintas zonas, en el que se insertan constituyendo un mosaico algunas manchas, generalmente de modestas dimensiones, de melojares, árboles de ribera -en las proximidades de los arroyos- y plantas cultivadas en el entorno de las poblaciones, fundamentalmente castaños, cerezos, olivos, higueras y vides. En determinados lugares, tanto el melojar autóctono como determinados cultivos alcanzan extensiones muy considerables, y, por otro lado, de modo general acompañan al omnipresente pinar - como orla o sotobosque- o lo sustituyen cuando éste desaparece -

poblando los claros que se abren generalmente por incendio-, toda una serie de vegetales de porte arbustivo que finalizan la caracterización vegetal del territorio, como son madroños, brezos, jaras, labiérnagos o torviscos.

Sobre la presencia masiva del pinar como formación vegetal de la zona, el pronunciamiento de los diferentes autores apunta en varias direcciones no coincidentes.

RIVAS-MARTINEZ (1975) se refiere a los pinares -castañares y olivares- del territorio climácico del piso supramediterráneo del roble melojo, como cultivos cuya implantación se ha visto favorecida por lo benigno del clima en la zona.

Para LUCEÑO et VARGAS (1991) el melojar (potencial) sería la formación vegetal dominante en el piso supramediterráneo de la zona, ya que es la vegetación en equilibrio con las condiciones climáticas (*climax*), si el hombre no hubiera sustituido este bosque climácico por pinar (real), llevando al ecosistema a un equilibrio ecológico forzado o *disclimax*.

GENOVA FUSTER et al. (1988) consideran que los pinares deben incluirse dentro de los pisos de vegetación de la Sierra de Gredos, en base a citas históricas muy antiguas y estudios palinológicos que aluden a una inmemorial presencia del pinar en la zona. Nos parece significativa, la cita recogida en ese trabajo sobre los pinares de diversas localidades, entre las que están algunas de nuestra zona de estudio (como Arenas de San Pedro), que data del año 1.250.

En términos semejantes a lo inmediatamente anterior se manifiesta BERMEJO (1996) en su estudio del paisaje vegetal del Suroeste de Madrid, zona de transición entre Guadarrama y Gredos. Apoyándose también en estudios palinológicos e históricos, pone de manifiesto la presencia ininterrumpida de pinares (*P. pinaster* y *P. pinea*) en esa zona desde el periodo sub-boreal (hace 5000 años) hasta la actualidad, dejando constancia asimismo de que (1) la consideración del origen del pinar como procedente de repoblaciones más o menos antiguas no ha sido apoyada mediante datos o citas, y (2) la población de la zona hasta el siglo XII debió ser escasa -al tratarse de zona fronteriza entre

árabes y cristianos- y por ello su capacidad de modificación del territorio igualmente modesta.

NICOLAS *et* GANDULLO (1967) en su trabajo sobre ecología de los pinares españoles, expresan lo dificultoso de precisar si las masas españolas de *P. pinaster*, existentes en muy diversas zonas del país, son originales o introducidas hace mucho tiempo. Sobre los pinares de las Sierras de Gredos y Gata, dicen los autores, basándose en las calidades de las masas, que posiblemente el *P. pinaster* de esta zona pertenezca a la misma o análoga raza que el del Noroeste de la Península ("pino gallego"). Además, manifiestan su extrañeza ante la inexistencia en los suelos de pinar de la zona de horizonte B, e incluso de capa (B), que los relegarían a la categoría de *ranker* de pendiente. Ambos hechos, les llevan a considerar no rechazable la posibilidad de que las masas de este pino en la zona sean alóctonas.

Volviendo en el tiempo a los dominios entre la escala geológica y la histórica, en estudios palinológicos que se han realizado en el entorno de la zona de estudio, concretamente en una turbera de la zona alta del Macizo Central (RUIZ ZAPATA *et* ACASO DELTELL, 1981) y en el yacimiento arqueológico (vettón) de El Raso -Candeleda- (LOPEZ-SAEZ *et al.*, 1991), se constata que la formación vegetal dominante en cada momento geológico-histórico ha ido cambiando, y que guardaba una buena correlación con las condiciones climáticas imperantes en cada momento. Así, parece ser que en la historia de la sucesión de las formaciones vegetales dominantes en la zona, podrían distinguirse tres fases: (1ª) durante el período post-tardiglaciario (hace 10.000 años) predominarían los bosques de abedul (*Betula*), (2ª) progresivamente pasaron a predominar las coníferas, y durante el período sub-boreal (hace 5.000-4.000 años) de clima continental xérico, dominaba ampliamente el pinar (*Pinus*), y (3ª) durante el sub-oceánico (hace 2.400 años) el clima cambió hacia un tipo más oceánico templado, pasando a predominar las fagáceas, concretamente los *Quercus*, y quedando relegados *Pinus* y *Betula* a zonas resguardadas generalmente de riberas de arroyos, donde constituyeron bosquetes o ejemplares de presencia relictas.

Sea como fuere, ante la imposibilidad de ofrecer una interpretación definitiva sobre el origen de los pinares de la zona de estudio, se pueden anotar los hechos constatables más significativos que aportan luz a este tema:

(1) la presencia de *Pinus* en la zona tiene un carácter autóctono desde muy antiguo -5.000 años-, deducido de los análisis polínicos -en los que desgraciadamente no se consigue distinguir la especie-.

(2) las referencias históricas, los análisis polínicos y la presencia testimonial de bosquetes o pies sueltos antiquísimos (de hasta 400 años) de *P. nigra* y *P. sylvestris* y algunas Quercíneas, hacen pensar en la existencia en tiempos históricos remotos (época romana) de unos bosques más diversos y heterogéneos, en que se mezclasen especies de coníferas y fagáceas, teniendo en ellos éstas últimas una presencia más abundante/dominante que en la actualidad.

(3) la existencia y abundancia de citas sobre la presencia y aprovechamiento de los pinares a partir, al menos, del siglo XII, apuntan a una predominancia de los pinos en los bosques de nuestra historia más reciente.

(4) oriundo o introducido -o favorecido frente a otras especies por el hombre-, el paisaje vegetal actual de todo el piedemonte y ladera del Sur de Gredos, se halla dominado por la presencia de un extenso pinar mayoritariamente de *P. pinaster*.

5.- DISEÑO DEL MUESTREO: MUESTREOS Y LOCALIDADES

El presente estudio, se consideraría de tipo sincrónico, ya que pretende poner de manifiesto la evolución de las zonas incendiadas a medida que pasa el tiempo después del incendio, muestreando en el mismo momento diferentes lugares (ceranos y de semejantes características) que se encuentran en distintos momentos de su evolución post-incendio. Por contraposición, los estudios de tipo diacrónico, toman como objeto de estudio una o más zonas incendiadas y la muestrean dejando pasar el tiempo en sus diferentes momentos evolutivos tras la ocurrencia del fuego.

El muestreo de la zona elegida se diseñó teniendo en cuenta una serie de criterios, que intentaban garantizar que los datos que se obtuviesen fuesen útiles para dar respuesta a las hipótesis y objetivos que nos planteábamos. Así, (1) el considerable número de localidades muestreadas y su dispersión por todo el territorio del área determinada, pretendían dotar al estudio de la mayor cobertura posible, (2) el muestreo de zonas sin incendiar y zonas incendiadas hacía diferente número de años, pretendía observar los efectos del incendio sobre la fauna de los suelos y la regeneración de las poblaciones edáficas con los años, (3) el muestreo diferenciado de las zonas de periferia y centro de la zona incendiada, pretendía estudiar dónde el impacto era mayor o dónde la recuperación era más rápida, y (4) el análisis por separado de las porciones superficial y profunda de cada muestra tomada, quería poner de manifiesto el patrón de distribución vertical de los Oribátidos en suelos quemados.

En la zona objeto de estudio de la cara Sur de Gredos, se llevaron a cabo entre 1992 y 1994 cuatro muestreos, si bien del que se han obtenido los datos que se emplean para este trabajo provienen básicamente del primero de ellos, que se realizó entre los días 30 de Julio y 5 de Agosto de año 1992. El muestreo base fundamental del estudio se realizó durante el verano, ya que según SUBIAS *et al.* (1988) en las zonas mediterráneas el máximo de diversidad se da durante esta estación, probablemente porque en esa época, en que debido a la aridez disminuye mucho el número de ejemplares, aparecen numerosos taxones adaptados a las condiciones ambientales del verano que son las que caracterizan la zona y su fauna típica.

La información necesaria disponible sobre los incendios forestales (no manejados/controlados) ocurridos en esta zona de la Provincia de Avila, se obtuvo de los partes de incendio o listados resumen anuales, que nos fueron facilitados por los responsables del Servicio Territorial de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio de la Junta de Castilla y León en Avila, contándose de este modo con datos oficiales fiables desde el año 1973 y hasta 1991 (el último año con balance completado cuando se realizó el muestreo).

El volumen de información disponible sobre el papel era muy grande, teniendo en cuenta que por término medio todos los años se registraban en la Provincia más de 200 incendios, sin embargo las dificultades para su localización sobre el terreno y la comprobación de su correspondencia real con los datos escritos, hicieron de esta labor previa a la selección una tarea larga y minuciosa. Para la identificación y localización final de todos los incendios que *a priori* podrían interesar para los propósitos de nuestro estudio, que fueron un total de 90 lugares, se contó con la necesaria ayuda de la guardería forestal dependiente de la Administración Regional destinada en los montes objeto de nuestro estudio.

Una vez localizados los incendios en principio utilizables, se seleccionaron, según los criterios básicos de (1) momento de ocurrencia -sólo incendios de los meses de julio, agosto y septiembre-, (2) pureza de la masa afectada -sólo incendios de pinar-, (3) extensión de la zona quemada, (4) tiempo que hacía que se había quemado -edad del incendio-, y (5) cobertura exhaustiva de toda diversidad del territorio, los 18 sobre los que se realizaría definitivamente el estudio. Los dos primeros criterios se establecieron para garantizar una homogeneidad de condiciones iniciales, que nos permitiese poder valorar las diferencias realmente debidas al incendio, los dos siguientes para observar la incidencia de esos dos parámetros en la recuperación de las poblaciones de los suelos, y el último para procurar una amplia cobertura territorial que nos proporcionase las mejores posibilidades faunísticas. Asimismo, se seleccionaron como zonas blanco o testigo de referencia dos localidades más, en lugares que ocupaban una posición centrada dentro del área de estudio y en los que existían masas de pinar que se tenía constancia de que no habían resultado incendiadas al menos en los últimos 100 años.

Puesto que dos de los aspectos fundamentales que nos proponíamos valorar eran la incidencia de la extensión y de la edad del incendio en las características de las poblaciones de

Acaros Oribátidos, los 18 incendios (localidades) los clasificamos según el tiempo transcurrido desde que se quemó hasta su muestreo (edad del incendio) en siete clases -desde recientes a antiguos-: de 1 año, 2, 3, 6, 12, 16 y 18 , y según la extensión de la superficie arbolada quemada -en Hectáreas- en tres clases: de entre 1 y 8 Has. (pequeños), de entre 8 y 50 Has. (medianos) y mayores de 50 Has. (grandes). Estos criterios fueron establecidos, ante la falta de referencias sobre estudios ecológicos semejantes, de forma original para este estudio, por lo que téngase en cuenta que los intervalos se adaptan a la realidad de trabajo de nuestra zona y no se corresponden con denominaciones más o menos estandarizadas empleadas en el ámbito forestal. De este modo se estableció una matriz en la que se ubican las 18 localidades incendiadas referidas, que consta de tres filas (extensiones) y siete columnas (año del incendio y edad -entre paréntesis-), y a la que se anexan las dos zonas blanco, para completar las 20 zonas muestreadas en el estudio.

	1974 (18)	1976 (16)	1980 (12)	1986 (6)	1989 (3)	1990 (2)	1991 (1)
1-8 Has.			G3	H2	G4	P2/S1	G1
8-50 Has.			V1	H1	C2	A1	C1
> 50 Has.	SC2	SC3	P1	E1	P3	G2	S4
BLANCOS	BL1	BL2					

En el caso de los incendios de dos años de edad y con una extensión entre 1 y 8 Has., se seleccionaron de modo excepcional dos localidades de muestreo porque finalmente los dos nos parecieron igualmente adecuados por sus características, y, sin estorbar nuestros propósitos, aportaba mayor ponderación a los resultados de ese rango de tamaño-edad.

En incendios muy antiguos, de las clases de 16 y 18 años, sólo se tomaron incendios de más de 50 Has., ya que en ocasiones era muy difícil establecer en ellos cuales eran sus límites

concretos, tarea que se convertía en los más pequeños en imposibilidad incluso de localización. En ellos, y en los blancos sólo se tomó una muestra en cada caso -ya que la periferia era difícil de distinguir en el primer caso e inexistente en el segundo-.

En las restantes 16 localidades, incendios de las cinco clase de edad, entre uno y doce años, y de las tres clases de tamaño, se tomaron dos muestras de cada una. Una de las muestras, que se denominaba de centro, se tomaba en un lugar aleatorio a más de 100 metros del perímetro de la zona incendiada, y la otra, que denominamos de periferia, se tomaba en un lugar aleatorio a 10 metros del borde externo de la zona quemada. En ambos casos, la muestra se recogía, con el objeto de intentar evitar posibles distorsiones, en un punto despejado del terreno, alejado de piedras o restos vegetales (tocones, ramas, etc.).

Así, teniendo en cuenta las muestras únicas de los blancos (2) y de las zonas incendiadas de 16 y 18 años de edad (2), y las tomas dobles de las dieciseis localidades incendiadas de edades entre los uno y doce años de edad, el total de muestras recogidas fue de 36.

Las muestras de suelos se tomaron con una sonda metálica de forma cilíndrica, fabricada *ex profeso* para este estudio, de 8,8 cm. de diámetro interior y 25 cm. de altura, cerrada en su parte superior por una gruesa tapa (para poder golpear para introducirla en el suelo) y que tenía dos agarradores a los lados (para sacar la sonda del suelo tirando). En el habitáculo interior de este cilindro se contenía otro cilindro también metálico de 8 cm. de diámetro interior y 20 cm. de altura, que estaba dividido en dos partes de 10 cm. cada una, y que se podía extraer abriendo la tapa de la parte superior de la sonda, obteniéndose un testigo de suelo de 1 litro (ver ilustración de la Figura 5).

Así, una vez clavada en el suelo la sonda, golpeado su cabeza con una maza de nylon de cuatro Kg., y obtenido el testigo de suelo de 20 cm. de altura y un litro de capacidad, se extraía el cilindro interior por su parte superior, se ponía en posición

horizontal sobre el suelo y se dividía la muestra, cortando por la hendidura entre las dos partes del cilindro interior con una placa metálica, en dos submuestras: una de superficie (los 10 primeros cm. del suelo; 0,5 l.) y otra de profundidad (los 10 cm. restantes; 0,5 l.). Por ello, y teniendo en cuenta que se aplicó este procedimiento a las muestras tomadas en los 36 diferentes puntos, al final del muestreo se contaba con 72 unidades de análisis independientes (de 0,5 l.), que nos habrían de permitir intentar valorar también las diferencias existentes en función de la profundidad.

Los otros muestreos (de 1993 y 1994) se realizaron de una manera más selectiva, en los momentos y con los objetivos que a continuación se indican. El segundo se realizó un año después del primero (en agosto de 1993), sobre seis zonas de diferentes edades ya muestreadas en 1992 y dos nuevas zonas incendiadas, en previsión de que fuese necesario completar algún aspecto de lo conseguido con el primero. El tercer muestreo se llevó a cabo a finales de noviembre de 1993, sobre cinco zonas de diferentes edades ya muestreadas en el primero y en el segundo y dos nuevos blancos, y tenía como objeto recoger muestras en otra época del año y nuevas zonas blanco. Y el cuarto se efectuó en febrero de 1994 sobre siete localidades, seis zonas incendiadas de las diferentes edades y una zona blanco, con el objeto de realizar el análisis del componente húmico de esos suelos, que no podía ser realizado, como el resto de análisis físicoquímicos, sobre las muestras desecadas en los extractores de fauna (Berlese-Tullgren). El material procedente tanto del segundo como del tercer muestreo, finalmente no fue necesario utilizarlo para este estudio, por lo que queda en depósito para ulteriores ampliaciones o complementos del mismo.

En el mapa de la Figura 6 se ofrece la ubicación exacta de las 20 localidades de muestreo seleccionadas -enunciadas mediante su nombre en clave-, que han servido de base física para el presente estudio, y seguidamente se ofrece una completa caracterización de cada una de ellas.

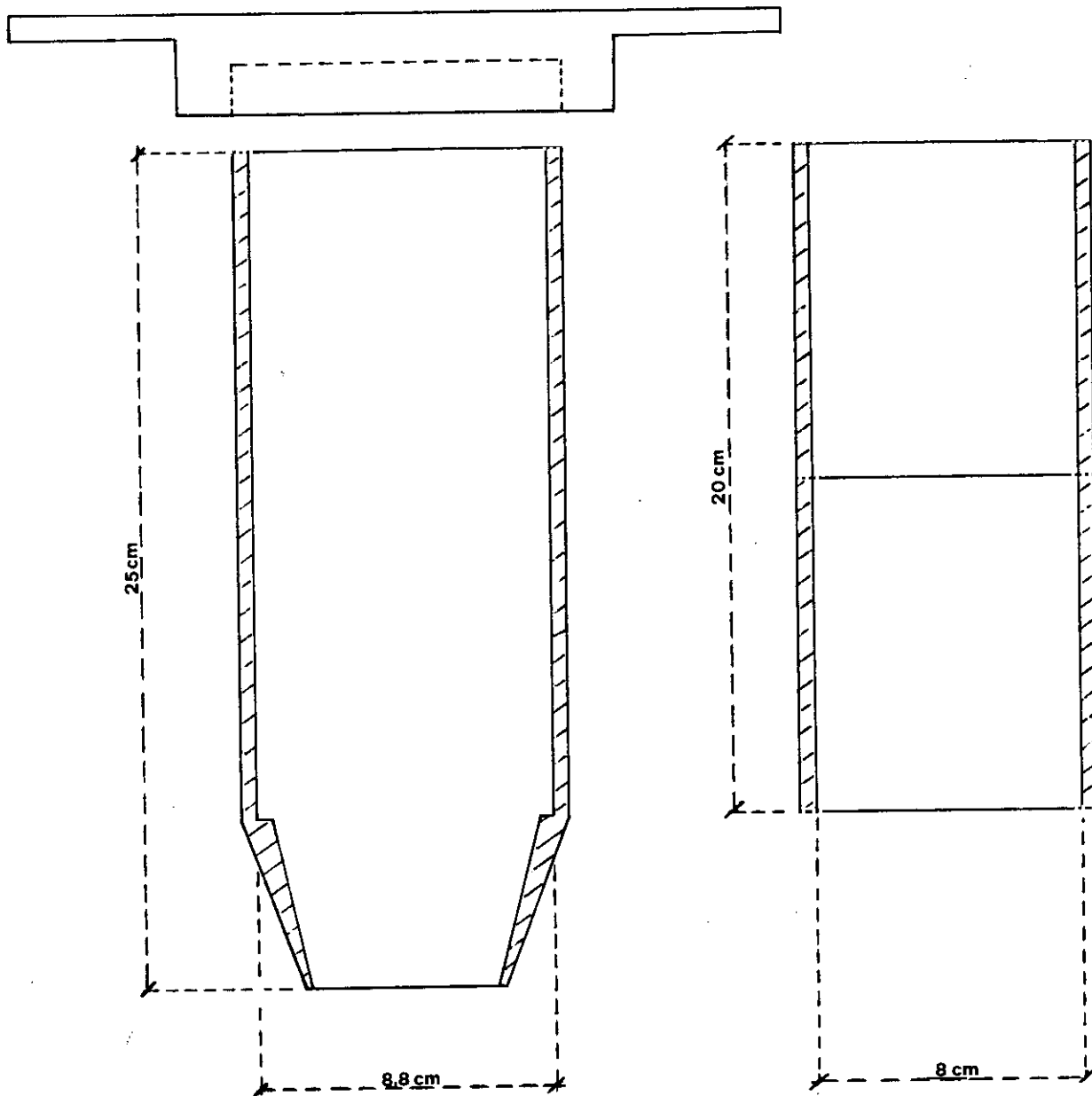
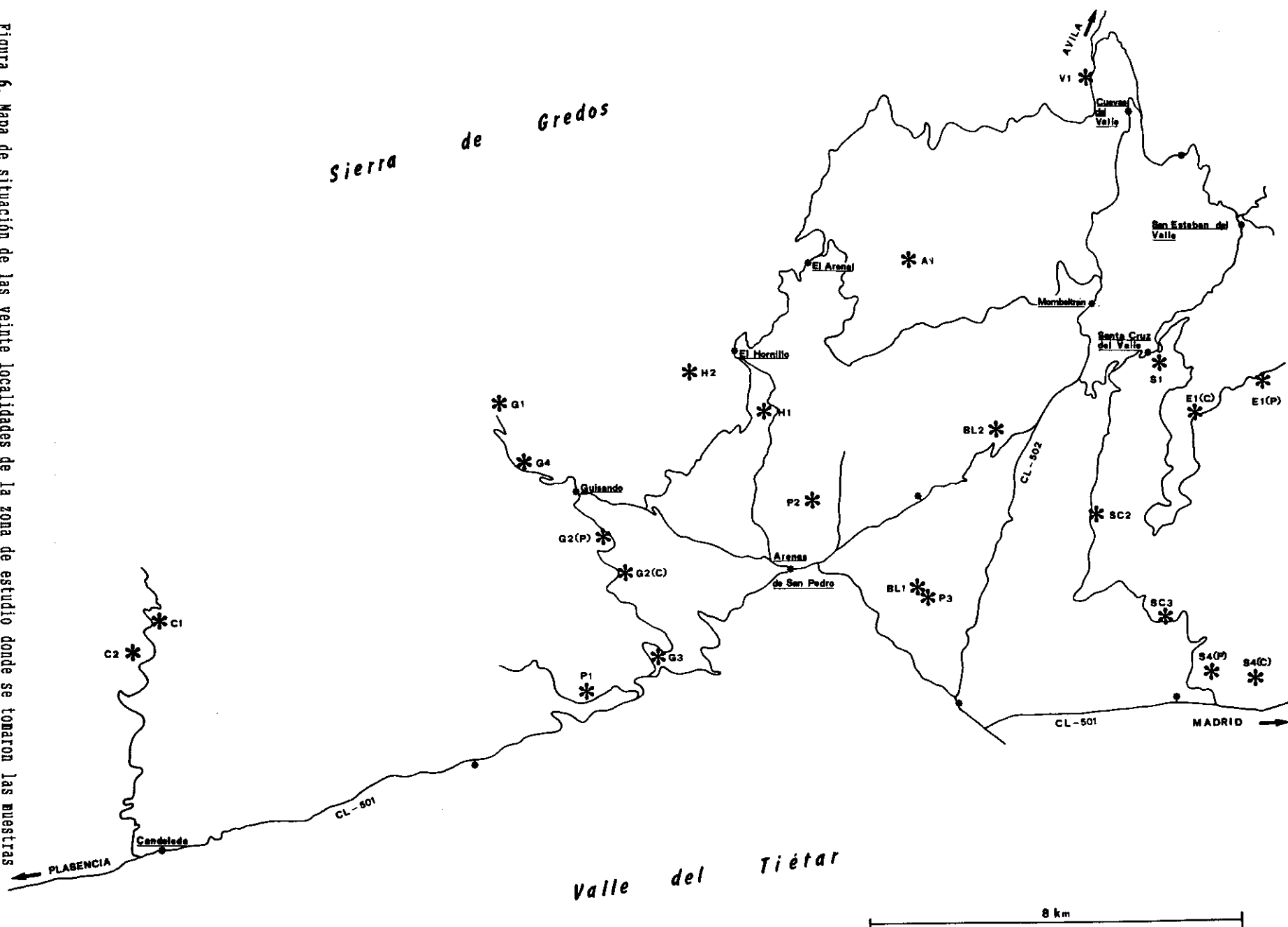


Figura 5. Sonda metálica de forma cilíndrica, diseñada y fabricada para la obtención de las muestras (testigos) de suelo -de un litro- utilizadas en este estudio.

Figura 6. Mapa de situación de las veinte localidades de la zona de estudio donde se tomaron las muestras utilizadas, referidas con su nombre abreviado. Los nombres abreviados que llevan una C o una P entre paréntesis a continuación del código de localidad, indican los lugares donde se tomaron la muestra de centro y de periferia, respectivamente.



De un modo generalizado las localidades incendiadas objeto del muestreo (18), presentan cuatro características comunes: (1) la vegetación antes del incendio consistía en un pinar adulto de *Pinus pinaster* Ait. de más de 40 años de edad, (2) tras el incendio se cortaron y sacaron todos los árboles, (3) no se hizo ningún tipo de tratamiento posterior, o labor preparatoria de una eventual siembra, en el suelo afectado, y (4) la única iniciativa de repoblación que se realizó fue el arrojado manual de semilla de pino (piñón). Presentan ligeras excepciones a algún punto de esta norma general, las localidades de S1 (Santa Cruz del Valle), donde al ser terrenos particulares sólo una parte cortó y sacó los árboles afectados y donde no se tiró piñón, C1 (Candeleda), donde al no resultar calcinado todo el aparato foliar de los pinos una parte sobrevivieron, por lo que no se cortó ni tiró piñón, y C2 (Candeleda), donde no se tiró piñón.

Los demás elementos distintivos y características de cada punto de muestreo, diferentes en las distintas localidades, son las que a continuación se citan, y se expondrán para cada estación en el orden en que seguidamente se refieren. De cada localidad se ofrece: nombre abreviado o en clave, fecha de muestreo (entre paréntesis), término municipal, nombre o topónimo de lugar, tipo de monte -y número dentro del catálogo, en el caso de los montes de utilidad pública- (en ocasiones al verse afectados varios montes, la denominación que aparece en primer lugar y fuera del paréntesis es en el monte concreto donde se tomó la muestra), coordenadas de situación UTM, fecha del incendio, superficie arbolada quemada, intensidad estimada (por el personal de guardería presente en la extinción), momento del día en que ocurrió, vegetación después del incendio, orientación o exposición, pendiente del terreno, altitud en metros sobre el nivel del mar, y observaciones. Lógicamente, en la caracterización de las localidades empleadas como blanco o testigo (2), se omite la referencia de todos aquellos caracteres descriptores de una localidad incendiada.

En el listado contiguo de localidades, se caracterizan en primer lugar los dos blancos, y seguidamente, de más antiguo a más reciente, y -en su caso- de más pequeño a más grande, los dieciocho lugares incendiados.

Listado de localidades:

BL1 (2/8/92)

Arenas de San Pedro. El Berrocal. MUP nº 3. UTM: 30TUK25
Orientación: este. Pendiente: 10-15 °. Altitud: 710 m.s.m.
Observaciones: Pinar adulto con vegetación herbácea y arbustiva casi ausente. Terreno con grandes afloramientos rocosos (bolos de granito-gneis) y suelo con una muy espesa capa de acículas y mantillo.

BL2 (5/8/92)

Mombeltrán. Fuente Los Ladrones (Cuesta de la Parra). MUP nº 16.
UTM: 30TUK25. Orientación: este. Pendiente: 25-35 °. Altitud: 610 m.s.m. Observaciones: Semejante en sus características de vegetación y suelo a la otra localidad blanco, sólo que sin afloramientos rocosos.

SC2 (31/7/92)

Santa Cruz del Valle. Barrera La Teja. MUP nº 22. UTM: 30TUK35
Fecha incendio: 29/8/1974. Superficie arbolada quemada: 64 Has.
Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: pinar de regeneración no uniforme, brezo, cantueso, y zarza. Orientación: oeste. Pendiente: 35-40 °. Altitud: 680 m.s.m. Observaciones: con afloramientos rocosos (bolos de granito).

SC3 (31/7/92)

Santa Cruz del Valle. La Mariana. MUP nº 22 (12, 16, 17, 19, 21 y Particular). UTM: 30TUK35. Fecha incendio: 14/8/1976.
Superficie arbolada quemada: 1625 Has. Intensidad: muy alta.
Momento: día. Vegetación después: pinar denso y uniforme de regeneración, brezo, madroño y jara. Orientación: este-sureste.
Pendiente: 30-35 °. Altitud: 670 m.s.m.

G3 (30/7/92)

Guisando. Solana Guisandillo-Cruz de la Legua. Particular.

UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 11/8/1980. Superficie arbolada quemada: 4 Has. Intensidad: alta-muy alta. Momento: día. Vegetación después: pinar de regeneración denso y uniforme, brezo, madroño, helecho, torvisco, orégano y jara. Orientación: este-sureste. Pendiente: 20 °. Altitud: 660 m.s.m. (punto de centro) y 640 m.s.m. (punto de periferia). Observaciones: suelo rojizo asentado sobre base litológica metamórfica (pizarra).

V1 (31/7/92)

Cuevas del Valle. Llanada del Cibuerco. MUP nº 8. UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 24/7/1980. Superficie arbolada quemada: 15 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: buena regeneración del pinar aunque con un muy espeso matorral de ramo, brezo y zarza, y también gramíneas cespitosas en cepellones. Orientación: este. Pendiente: 50-60 °. Altitud: 1.150 m.s.m.

P1 (30/7/92)

Arenas de San Pedro. Caramillo. MUP nº 3 (y Particular). UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 11/8/1980. Superficie arbolada quemada: 119.5 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: pinar denso de regeneración, sin matorral en la periferia (P) y con matorral de helechos, brezo, jara pringosa, torvisco y cantueso en el centro (C). Orientación: sur. Pendiente: 30-35 °. Altitud: 770 m.s.m. (punto de centro) y 740 m.s.m. (punto de periferia). Observaciones: suelo muy arenizado, blanquecino en la periferia (P) y rojizo en el centro (C), sobre sustrato metafórfico (pizarra).

H2 (5/8/92)

El Hornillo. Lomo del Puente. MUP nº 11 (y Particular). UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 30/7/1986. Superficie arbolada quemada: 5.5 Has. Intensidad: alta. Momento: día. Vegetación después: buen pinar de regeneración, helechos, ramos y orégano. Orientación: este. Pendiente: 30-40 °. Altitud: 1000 m.s.m.

H1 (5/8/92)

El Hornillo. El Tejar-Silvona. MUP n° 11 (y Particular). UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 9/7/1986. Superficie arbolada quemada: 13 Has. Intensidad: alta. Momento: día. Vegetación después: buen pinar de regeneración, muy enmarañado con matorral de ramo, zarza, helechos y herbáceas anuales. Orientación: este-sureste. Pendiente: 30 °. Altitud: 720-740 m.s.m.

E1 (5/8/92)

San Esteban del Valle. La Cereceda. MUP n° 21 (9, 12, 13, 17, 19, 22, AV-3045 y Particular). UTM: 30TUK35. Fecha incendio: 21/7/1986. Superficie arbolada quemada: 3.501 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: mala regeneración del pinar, con ramos, berceas -gramíneas cespitosas- y zarzas. Orientación: oeste. Pendiente: 50-60 °. Altitud: 1.220 m.s.m. (punto de centro) y 1.150 m.s.m. (punto de periferia).

G4 (5/8/92)

Guisando. Espataditas. MUP n° 10. UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 12/8/1989. Superficie arbolada quemada: 5 Has. Intensidad: alta. Momento: tarde-noche. Vegetación después: pinar de regeneración heterogéneo por mala regeneración, con helechos, torvisco y herbáceas anuales. Orientación: oeste. Pendiente: 35-40 °. Altitud: 1.000-1.040 m.s.m.

C2 (2/8/92)

Candeleda. Quebranta Carreta. MUP n° 5. UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 24/8/1989. Superficie arbolada quemada: 9 Has. Intensidad: alta. Momento: día. Vegetación después: pinar de regeneración heterogéneo, jara y zarza. Orientación: este-sureste. Pendiente: 45-50 °. Altitud: 1200 m.s.m. Observaciones: la regeneración natural del pinar en la zona es buena (si bien no alcanza los niveles de Guisando-Arenas); la heterogeneidad de la formación repobladora parece ser debida a una muy fuerte presión ganadera (caprino).

P3 (2/8/92)

Arenas de San Pedro. El Berrocal. MUP n^o 3 y Particular. UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 29/7/1989. Superficie arbolada quemada: 135 Has. Intensidad: alta-muy alta. Momento: día. Vegetación después: muy buen pinar de regeneración, durillo, ramo, brezo, madroño y jara. Orientación: este. Pendiente: 10-15 \circ . Altitud: 650-700 m.s.m.

P2 (30/7/92)

Arenas de San Pedro. Alisitos-Valle Halcón. Particular. UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 6/9/1990. Superficie arbolada quemada: 1.5 Has. Intensidad: alta. Momento: noche. Vegetación después: mala regeneración del pinar, con algunos brotes de castaño, helechos y algunas herbáceas anuales. Orientación: oeste. Pendiente: 20 \circ . Altitud: 640 m.s.m. Observaciones: terreno abancalado desde muy antiguo y suelo arenizado de color blanquecino.

S1 (31/7/92)

Santa Cruz del Valle. El Colladillo. Particular. UTM: 30TUK35. Fecha incendio: 24/7/1990. Superficie arbolada quemada: 2.5 Has. Intensidad: Muy alta. Momento: día. Vegetación después: ramo, zarza, jara, brotes de castaño en el centro (C) y helechar en la periferia (P). Orientación: noreste. Pendiente: 25 \circ . Altitud: 725 m.s.m. Observaciones: terreno abancalado desde muy antiguo.

A1 (31/7/92)

El Arenal. Media Fanega-Las Mesillas. MUP n^o 2 (y 16). UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 10/8/1990. Superficie arbolada quemada: 10 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: ramo, gramíneas cespitosas y torvisco. Orientación: oeste. Pendiente: 25-30 \circ . Altitud: 1.200 m.s.m. Observaciones: una pequeña zona del centro (C) del incendio fue repoblada por hoyos con plantón de *Pinus sylvestris*.

G2 (30/7/92)

Guisando. Las Tejerillas-Guisandillo. MUP nº 10 (3 y Particular). UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 24/7/1990. Superficie arbolada quemada: 1.011 Has. Intensidad: alta-muy alta. Momento: día. Vegetación después: muy buen pinar de regeneración, helechos, brotes de ramos, torvisco, jara y herbáceas anuales. Orientación: este. Pendiente: 15-20 °. Altitud: 760 m.s.m. (punto de centro) y 790 m.s.m. (punto de periferia). Observaciones: suelo rojizo desarrollado sobre sustrato metamórfico (pizarra).

G1 (30/7/92)

Guisando. Vega Reina. MUP nº 10. UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 1/9/1991. Superficie arbolada quemada: 5 Has. Intensidad: media alta-alta. Momento: día. Vegetación después: muy escaso pinar de regeneración, helechos y brotes de ramos. Orientación: oeste. Pendiente: 40-45 °. Altitud: 1.210 m.s.m. (punto de centro) y 1.180 m.s.m. (punto de periferia). Observaciones: suelo arenoso con mucha piedra.

C1 (2/8/92)

Candeleda. Castañarejo. MUP nº 5. UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 9/8/1991. Superficie arbolada quemada: 10 Has. Intensidad: media. Momento: noche. Vegetación después: pinos supervivientes (bastante cantidad) y helechos. Orientación: sureste. Pendiente: 50 °. Altitud: 1.225-1.250 m.s.m. Observaciones: la mayoría de los pinos quemados sólo parcialmente, no calcinada la parte foliar, y suelo cubierto de una gruesa capa de acículas.

S4 (31/7/92)

Santa Cruz del Valle. El Madroñal. MUP nº 22 (Ayuntamiento Lanzahíta y 12, 16 y Particular). UTM: 30TUK35. Fecha incendio: 10/8/1991. Superficie arbolada quemada: 200 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: mala regeneración del pinar, con brotes de encina y roble, y pocas herbáceas anuales. Orientación: sur. Pendiente: 10 °. Altitud: 500 m.s.m.

6.- HIPOTESIS DE TRABAJO Y OBJETIVOS GENERALES

Teniendo en consideración tanto estudios faunísticos previos como el conocimiento de las especiales condiciones de situación y bioclimatología, ambos caracteres tratados en otros apartados de este trabajo, pensamos que la zona designada para el estudio, debería albergar una fauna edáfica, y particularmente de Acaros Oribátidos, diversa y particular, así como que su procedencia debería ser principalmente mediterránea.

Teniendo en cuenta, por otro lado, estudios previos sobre la incidencia de los incendios en la fauna, particularmente de los suelos, y el amplio abanico de situaciones experimentales que ofrecía en este sentido la zona seleccionada, pensamos que su estudio nos podría ofrecer algunas explicaciones sobre el estado de los suelos quemados y particularmente de las poblaciones de Oribátidos que albergan -el impacto y la regeneración-.

Conforme a estas hipótesis básicas de trabajo, los objetivos generales en función de los cuales se planteó este estudio serían:

- Conocimiento a nivel específico de los Acaros Oribátidos de ese sector de la cara Sur del Macizo Central de la Sierra de Gredos.

- Conocimiento biogeográfico del poblamiento oribatológico de la vertiente Sur de Gredos.

- Conocimiento básico de la incidencia del incendio sobre determinados factores fisicoquímicos del suelo en la zona de estudio.

- Conocimiento de la influencia del incendio en las poblaciones de Acaros Oribátidos y de su recuperación con el tiempo, en la zona de estudio.

Finalmente, como ya se indicó con anterioridad en esta Introducción, a continuación se expone, de un modo global, "el material y los métodos" empleados para la realización del presente estudio, y más adelante, mediante publicaciones, los "resultados " que se han obtenido del mismo.

MATERIAL Y METODOS

El presente capítulo, recoge y desarrolla de modo conjunto todo lo concerniente a "material" -las muestras-, que figura básicamente en el subapartado "diseño del muestreo: muestreos y localidades" de la Introducción, y "métodos" -los procedimientos, métodos e índices-, que figuran básicamente en los correspondiente apartados de material y métodos de las publicaciones del capítulo de Resultados.

La información que se expone a continuación se estructura del siguiente modo: (0) aspectos introductorios, (1) estudio de las muestras: biológico y fisicoquímico, (2) análisis fisicoquímico de los suelos y oribatológico: faunístico, taxonómico, biogeográfico y ecológico, y (3) programas informáticos empleados en el tratamiento matemático-estadístico de los datos.

Como se explicó en la Introducción, la toma de las muestras de suelo empleadas en este estudio, se realizó mediante una sonda cilíndrica metálica, que se introducía en la superficie golpeando en su parte superior con un mazo y por medio de la cual se extraían testigos cilíndricos de suelo de un litro. Este procedimiento se llevó a cabo en el verano de 1992 en 36 puntos diferentes de las 20 localidades seleccionadas, blancos y zonas incendiadas, separándose posteriormente las porciones superficial y profunda de cada una de ellas, por lo que se contó básicamente con 72 unidades de análisis independientes de 0,5 l. -para los aspectos faunísticos y la mayoría de los fisicoquímicos-. También se tomaron en el invierno de 1994 otras siete muestras, una en zona blanco y las otras seis en zonas incendiadas de las diferentes edades, para el análisis del extracto húmico de los suelos.

Las 72 unidades de muestra, fueron introducidas en el mismo lugar de recogida dentro de bolsas con autocierre y etiquetadas según el siguiente criterio nomenclatural: (10) una o dos letras que indican si era un blanco o el término municipal en las zonas

incendiadas, (20) un número correlativo que indicaba, en nuestro muestreo, el "número" que hacía de blanco o zona incendiada en un mismo término municipal, (30) una letra, P o C, indicando, en su caso, si era una muestra de periferia o centro, y (40) otra letra, S o P, indicando si era una submuestra de superficie o profundidad. Así, el ejemplo BL1S, indicaría que es la submuestra de superficie del blanco primero, y el ejemplo G4PP, indicaría que se trata de la submuestra de profundidad (últimos 10 cm. del testigo cilíndrico) de la muestra de periferia (a 10 m. del borde del incendio) de la cuarta zona incendiada muestreada en el término municipal de Guisando. Los códigos nomenclaturales que se han expuesto, son los que se utilizarán para denominar a las localidades, muestras y unidades de muestra (submuestras) en todos los apartados de este estudio (faunística, ecología, etc.).

Las bolsas de plástico con las unidades de muestra fueron mantenidas en lugar fresco y sin aplastamiento, y trasladadas al día siguiente o a los dos días de su recogida, al laboratorio de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid para su análisis.

1.- Estudio biológico y fisicoquímico de las muestras.

1.1.- Estudio biológico.

Este análisis fundamental, se llevó a cabo sobre las 72 unidades de muestra consideradas, detalladas en la Introducción, siguiendo un procedimiento en el que se distinguen las siguientes fases: extracción, separación, identificación y conservación.

La extracción de la fauna edáfica, y especialmente de los Acaros Oribátidos, se realizó por el método habitual de Berlese-Tullgren (descrito por COINEAU, 1974), colocando la muestra de suelo sobre un tamiz de forma circular, de 21 cm. de diámetro, 8,5 cm. de altura de pared y de 2 mm. de luz, que se ponía a su vez sobre un embudo metálico sujeto al soporte del armario en que se encontraba, de la misma forma y 23,5 cm. de diámetro, y de paredes completamente lisas, al final del cual se colocaba un

tubo de polietileno transparente, de diámetro ligeramente superior al de la boca del embudo -2 cm.-, llenado hasta la mitad con alcohol al 70 % glicerinado. Sobre la muestra, se encendía a unos 15 cm. una bombilla de 25 W., para acelerar el proceso de extracción pero sin desecar demasiado rápidamente la muestra, produciéndose de este modo un movimiento descendente de huida del calor y la desecación por parte de la fauna, que finalmente caía por el embudo y acababa en el frasco con alcohol. Para asegurarnos de que extraíamos la práctica totalidad de los Oribátidos -y también de la fauna- presentes en la muestra, se dejaron éstas en los "Berlezes" durante entre diez y doce días, si bien probablemente un porcentaje superior al 95 % se habría obtenido ya en las primeras 48 horas (COVARRUBIAS *et* SAIZ, 1971). Se contaba para la extracción, con una amplísima batería de sistemas Berlese-Tullgren de 292 unidades, de las que únicamente se utilizaron los 72 que fueron necesarios.

Los tubos con la fauna de las 72 muestras, en alcohol al 70 % glicerinado, fueron retirados del laboratorio de extracción y etiquetados de acuerdo con la nomenclatura asignada a las muestras de las que procedían, explicada en la parte introductoria de este capítulo de Material y Métodos.

La separación de los Oribátidos con respecto a los demás grupos de fauna edáfica de cada muestra (tubo), se realizó vertiendo el contenido del tubo sobre un "vidrio de reloj" de tamaño adecuado y observándolo mediante lupa binocular. Así, los Oribátidos eran extraídos mediante pipeta y transferidos a un tubo, también con alcohol, análogamente etiquetado, para su posterior estudio específico, y los ejemplares de los restantes grupos edáficos eran separados, contados y devueltos de nuevo a la muestra, al finalizar la separación. Los contenidos de las muestras, sin los Acaros Oribátidos, se guardan convenientemente etiquetados por si fuese de interés su estudio para algún otro especialista.

La identificación (determinación) de los Oribátidos se llevó a cabo siguiendo básicamente tres pasos: (1) separación en

grandes grupos a la lupa binocular, familias o superfamilias, (2) aclarado de los ejemplares de cada grupo separado mediante su calentamiento, a partir de la luz focalizada de un flexo, en ácido láctico al 70 % sobre "vidrio de reloj", (3) montado de los ejemplares aclarados en portaobjetos excavado con ácido láctico, recubriendo parcialmente la excavación con un cubreobjetos, y observación y análisis en esta disposición al microscopio óptico. Las especies así determinadas, a partir únicamente de los ejemplares adultos, eran transferidas a un tubo con ácido láctico al 70 % etiquetado con los datos identificativos de la muestra de procedencia y con los datos taxonómicos resultado de la determinación, y los ejemplares que resultaban inmaduros se transferían a otro tubo para su archivo.

Una vez finalizada y asegurada la determinación de las especies, se juntaron para su conservación y archivo en un mismo tubo todos los ejemplares de una misma especie procedentes de las diferentes muestras, contándose así con un sólo tubo por especie -excepto en las que resultaron nuevas para la Ciencia-. Así, todas las especies colectadas se encuentran conservadas en tubos con ácido láctico al 70 %, y de algunas de ellas, aquellas de las que, contando con ejemplares suficientes -más de 5-, no se tenía ninguna preparación en nuestra colección, se realizó además con parte de los ejemplares una preparación semipermanente con líquido de Hoyer. El número concreto de ejemplares de cada especie que se encuentra conservado en ácido láctico al 70 % en tubo y en líquido de Hoyer en preparación, en su caso, figura en el subapartado (publicación) de Faunística del capítulo de Resultados de esta Memoria. Todo el material resultante del estudio, se encuentra debidamente etiquetado y depositado en la colección de Acaros Oribátidos del Departamento de Biología Animal I (Cátedra de Entomología) de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.

1.2.- Estudio fisicoquímico.

Se realizó, sobre las 72 unidades de muestra consideradas en el estudio, los análisis de: granulometrías, pH, contenido de Nitrógeno total (%), contenido de Carbono orgánico oxidable (%),

contenido de materia orgánica (%), y capacidad de campo, y sobre muestras procedentes de siete localidades, representativas de las diferentes edades consideradas en el estudio, el fraccionamiento de la materia orgánica. Estas siete localidades, son la zona blanco BL1 (no incendiada) y las zonas incendiadas SC2 (18 años), SC3 (16 años), P1 (12 años), E1 (6 años), G2 (2 años) y S4 (1 año).

El cálculo de las granulometrías, fue realizado por D. Jose Vicente Valle Serrano en la Cátedra de Invertebrados no Artrópodos del Departamento de Biología Animal I de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, y el de los restantes parámetros fisicoquímicos, por el equipo del Dr. Alfredo Polo del Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Asimismo, fueron estos especialistas quienes nos facilitaron la descripción de la metodología seguida en la realización de los análisis mencionados.

1.2.1.- Granulometrías.

La determinación de los porcentajes de las distintas fracciones granulométricas del suelo, se ha realizado según el Método Internacional de Análisis Mecánico, descrito en GUITIAN OJEA et CARBALLAS (1976), siguiendo el protocolo de cálculo o procedimiento que a continuación se expone.

Se toman 20 gr. de suelo y se le añade poco a poco H_2O_2 al 30 %, cuando el suelo deja de presentar ebullición, se le añade ClH 1N dejándolo unos 20 minutos, a continuación se le añade H_2O y se procede a su lavado.

Después de tres o cuatro lavados, y previa comprobación de el pH no resulte demasiado ácido, se vierte el contenido de los vasos en botellas de plástico, cuidando no sobrepasar los 400 ml. Se le añade sosa ($NaOH$ 1N) y se colocan las botellas en el agitador durante cuatro horas.

Transcurrido ese tiempo, se pasa su contenido a través de un tamiz de 50 μm y lavándolo con agua, lo que queda en la parte superior del tamiz, que serían las arenas gruesas y finas, se recoge y se seca a 70 $^{\circ}\text{C}$. Después se pasa lo recogido en la base del tamiz a probetas, enrasando con agua hasta un litro, y habiendo medido previamente 10 cm. desde el borde de la probeta.

Se agita manualmente y a tiempo cero se recogen 20 ml con una pipeta Robinson. A los 4 minutos 48 segundos, se recogen otros 20 ml. y a las 8 horas otros 20 ml. De este modo se obtienen las siguiente separación:

Tiempo 0: limo grueso + limo fino + arcilla

Tiempo 4 min. 48 sg.: limo fino + arcilla

Tiempo 8 h.: arcillas

Por último, para separar las arenas gruesas de las finas, se someten las arenas totales, secadas y pesadas, a un tamizado en húmedo a través de un tamiz de 200 μm , con lo que se recoge la arena gruesa, que se seca y se pesa, y por diferencia entre la arena total y la arena gruesa se obtiene la arena fina.

Por otro lado, a partir de los porcentajes así obtenidos de las diferentes fracciones granulométricas del suelo, se ha elaborado, siguiendo criterios expuestos en PRIMO et CARRASCO (1981), un diagrama (triángulo) de texturas en el que se encuadran, y por tanto clasifican, los suelos de las localidades/muestras de nuestro estudio (que se expone en el apartado de Parámetros Fisicoquímicos del capítulo de Resultados).

1.2.2.- pH.

La determinación de este parámetro se hizo sobre el extracto acuoso del suelo (1:2,5), después de ser sometido a agitación durante 30 minutos, con un pHmetro CRISON 517.

1.2.3.- Contenido de Nitrógeno total.

Su medida se llevó a cabo según el método de Kjeldahl (JACKSON, 1964), que se basa en la mineralización del nitrógeno orgánico de la muestra, mediante digestión de ésta con ácido

sulfúrico concentrado. El nitrógeno orgánico pasa a forma amoniacal y se valora, junto con el amonio ya existente en el suelo, por colorimetría (HINDS et LOWE, 1980) mediante un autoanalizador TECHNICON.

El procedimiento para realizar esta determinación sería el siguiente. Se pone en un matraz 1 gr. de muestra de suelo seca y tamizada (<0,5 mm.). Se añaden 5 ml. de ácido sulfúrico concentrado y 0,5 ml. de catalizador. Se digiere la muestra durante dos horas aumentando progresivamente la temperatura. Terminada la digestión se deja enfriar el matraz y se añade agua destilada aforando a 50 ml.

Se toma una alícuota de la disolución y se mezcla con una solución complejante de hierro -por litro: 20 gr. de hidróxido sódico, 50 gr. de citrato sódico y 150 gr de tartrato sódico-, y con otras tres soluciones: (1) de fenato sódico -por litro: 89 gr. de fenol y 60 gr. de hidróxido sódico-, (2) de hipoclorito sódico -por litro: 20 ml. de NaClO y 8 % p/p Cl activo-, y (3) de nitroprusiato de sodio (2 gr l⁻¹).

Las soluciones problemas, son arrastradas en un flujo constante a razón de treinta muestras por hora, calentadas a 38 °C pasando por un espectrofotómetro en el que se realiza la medida a 660 nm. de longitud de onda en una cubeta de 1 cm. de espesor.

1.2.4.- Contenido de Carbono orgánico oxidable.

Para la determinación de este parámetro edáfico, se ha empleado el método de oxidación por vía húmeda, propuesto por los Métodos Oficiales de Análisis (M.A.P.A., 1986).

El procedimiento seguido para esta determinación es el que a continuación se describe. Se pone en un erlenmeyer de 500 ml. una cantidad entre 0,5 y 1 gr. de suelo seco, molido y tamizado a 0,2 mm. Se añaden 10 ml. de dicromato potásico 1 N y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado, agitando el erlenmeyer después de cada adición, para asegurar una mezcla correcta. Tras dejarlo

reposar durante 30 minutos, se añaden 200 ml. de agua destilada y 10 ml. de ácido fosfórico concentrado. A continuación se deja enfriar, se ponen cuatro o cinco gotas del indicador redox ortofenantrolina -viraje verde a rojo, pardo-, y se procede a valorar el cromo no reducido mediante sal de Mohr -sulfato ferroso amónico 0,5 N-.

Simultáneamente, se prepara del mismo modo una prueba en blanco sin suelo.

Finalmente, el cálculo del porcentaje de carbono de la muestra, se determina mediante la aplicación al resultado del procedimiento antes descrito de la siguiente fórmula:

$$\% C = \frac{(V - V') \cdot f \cdot 0,195}{G}$$

donde V son los ml. de sal de Mohr gastados en el blanco, V' son los ml de sal de Mohr gastados en la muestra, f es el factor de la sal de Mohr, y G es el peso de la muestra en gr.

1.2.5.- Contenido de Materia Orgánica.

Este parámetro se determina a partir del contenido (porcentaje) de carbono orgánico oxidable, mediante una fórmula matemática, expuesta a continuación, que multiplica el valor porcentual del carbono por el factor de Van Bemmelen.

$$\% M. O. = \% C \cdot 1,72$$

Los contenidos de N total, C orgánico oxidable y materia orgánica, se expresan en % con respecto a peso seco de suelo.

1.2.6.- Capacidad de campo.

Es uno de los parámetros que se utilizan para expresar la capacidad de retención de agua de un suelo. Sería uno de los niveles de presión a partir del cual las raíces de las plantas son capaces de obtener agua del suelo (1/3 atm.).

Para su determinación, se sigue el procedimiento que a continuación se describe. Se somete una muestra de 25 gr. de peso seco y saturada en agua, a una presión de 1/3 atm. sobre membranas porosas y dentro de una cámara de presión (campana de Richards). Se deja alcanzar el equilibrio, que en general se consigue en dieciocho horas, y se determina la humedad de la muestra, expresándolo finalmente respecto a peso seco a 105 °C.

La capacidad de campo de los suelos, viene expresada en gr. de agua por cada 100 gr. de suelo.

1.2.7.- Fraccionamiento de la materia orgánica.

Primeramente se realiza la extracción del material orgánico del suelo en virtud de su solubilidad a pH básico, posteriormente se hace la separación de las fracciones húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos) según su diferente solubilidad a pH: 1, y por último se lleva a cabo la cuantificación del carbono de esos extractos húmicos.

Para la extracción de la materia orgánica del suelo se ha procedido según la técnica de DABIN (1971), que consiste en: (1) tratamiento previo con pirofosfato sódico -por su poder complejante de cationes-, (2) se trata el residuo con hidróxido sódico, recogiendo siempre el sobrenadante hasta que presente un color claro, y (3) separación de los ácidos húmicos -insolubles en ácido- de los ácidos fúlvicos, mediante precipitación con ácido clorídrico hasta pH: 1.

Se parte para la extracción de la materia orgánica del suelo de 25 gr. del mismo, sin embargo en la explicación detallada de este procedimiento, que se hace a continuación, se utilizan cantidades y medidas que toman como punto de partida 250 gr. de suelo.

En primer lugar, por cada 75 gr. de suelo se añaden 150 ml de pirofosfato sódico 0,1 N, se agita durante dos horas con movimiento de vaivén, se centrifuga a 4.500 rpm. durante 20 minutos y se decanta. Se repite esta misma operación tres veces.

Después, al residuo se le añaden 150 ml. de hidróxido sódico 0,1 N, procediendo de igual modo que con el primer extractante, y repitiendo hasta extracción total. El extracto húmico total (EHT), se compone de todos los sobrenadantes decantados en cada extracción.

La separación de las fracciones húmicas, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, se basa en su diferente solubilidad en pH: 1 (AIKEN *et al.*, 1985).

El extracto húmico total, se centrifuga a 12.000 rpm. durante diez minutos para separar la arcilla. Se añade ácido clorídrico al 37 % hasta pH: 1 y se deja reposar durante un mínimo de doce horas. Finalmente, se centrifuga para separar los ácidos húmicos, precipitado, de los ácidos fúlvicos, sobrenadante.

Para la cuantificación del carbono de los extractos húmicos, se homogeneiza el EHT, se toma una alicuota y se pone en un erlenmeyer de 500 ml. para evaporar el extracto en un baño de agua a 100 °C. Otra alicuota del EHT se deposita en un tubo de centrífuga y se añade ácido sulfúrico 1:1 hasta pH: 1 para precipitar los ácidos húmicos. Se deja reposar durante doce horas y se centrifuga. Se desecha el sobrenadante resultante y el residuo se lava con agua destilada para neutralizar. A continuación, se disuelve el residuo con hidróxido sódico 0,5 N, se afora a 50 ml y se toma una alicuota en erlenmeyer para evaporar el extracto.

Para determinar el carbono del extracto húmico total y de los ácidos húmicos, se sigue el procedimiento ya explicado anteriormente para la obtención del carbono orgánico oxidable.

El contenido de carbono, se expresa en % respecto a peso seco de suelo.

Una vez realizado el estudio de todas las especies de Oribátidos que contenían las muestras y de los parámetros fisicoquímicos básicos de las localidades donde se tomaron, se procedió a realizar con estos datos una serie de análisis que nos

permitiesen responder a las hipótesis y objetivos que nos planteábamos, para lo cual se siguieron los métodos y procedimientos y se utilizaron los índices que se exponen seguidamente.

2.- Análisis fisicoquímico de los suelos, y faunístico, taxonómico, biogeográfico y ecológico de los Oribátidos.

2.1.- Análisis fisicoquímico.

2.1.1.- Para la analizar si existían diferencias significativas entre el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos objeto de estudio, entre las unidades de muestra de superficie y profundidad, se llevó a cabo un Análisis de la Varianza (ANOVA) de un Factor, superficie/profundidad, que utiliza un test de comparación de medias.

2.1.2.- Para el análisis de las granulometrías de las diferentes estaciones y unidades de muestreo, se ha realizado, a partir de las proporciones de arena, arcilla y limo totales obtenidas, el encuadre de las muestras del estudio en un diagrama o triángulo de texturas, siguiendo criterios reflejados en PRIMO YUFERA *et* CARRASCO DORRIEN (1981). Así, cada muestra se sitúa en el lugar de intersección de las tres rectas, que se trazan paralelas al lado anterior, siguiendo las agujas del reloj, desde el punto sobre el lado correspondiente que indique la proporción de cada fracción (arena, arcilla y limo).

2.1.3.- Para caracterizar las diferentes estaciones o unidades de muestreo según los parámetros fisicoquímicos básicos considerados en este estudio, se ha realizado a partir de la matriz general de resultados, en la que en filas figuran las muestras y en columnas los parámetros medidos (arena, arcilla, limo -granulometrías-, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos -extracto húmico total-, materia orgánica, carbono, nitrógeno, capacidad de campo y pH), un Análisis de Componentes Principales (ACP). Al tratarse de un conjunto de datos muy heterogéneo, por ser

parámetros cuyas medidas se expresan en unidades diferentes, se ha empleado la métrica normada, para, mediante su normalización, aminorar el efecto de la escala.

El cometido principal de este análisis multivariante, siguiendo a MALLO (1985), trata de condensar lo fundamental de la información que ofrecen varias variables interdependientes en un reducido número de variables independientes, que serán los componentes principales (ejes), y que se caracterizan por su reducción dimensional, su ortogonalidad y su significatividad.

Este análisis da lugar a una nube de puntos (muestras y parámetros) de n dimensiones, determinado por las n muestras, cuya proyección se reduce generalmente a un espacio bidimensional. En él se asocian las variables que dan información relacionada para constituir los componentes principales, eliminándose aquellas que no aporten información adicional.

Ante la dificultad que en ocasiones presenta este análisis en la interpretación de los factores, ya que a menudo un factor presenta correlaciones parecidas con muchas variables, se ha realizado, en una representación por edades de abandono, una rotación ortogonal de factores (giro de ejes) por el método *varimax* para conseguir que cada factor tenga una correlación alta con unas pocas variables (ABRAIRA et PEREZ DE VARGAS, 1996)

2.1.4.- Para establecer las posibles agrupaciones tanto entre las diferentes unidades de muestreo como entre las variables fisicoquímicas, se realizó sobre las unidades de muestreo descritas por los valores de los parámetros fisicoquímicos considerados un Análisis de Agrupamiento a partir del coeficiente de correlación de Pearson, exponiéndose el resultado del mismo finalmente en forma de dendrograma. El método de agrupación empleado en este análisis es el UPGMA -unweighted pair-group method, arithmetic average- (SNEATH et SOKAL, 1973).

Siguiendo a JEFFERS (1991), el grupo definido en el análisis de cluster, contiene elementos que presentan un alto grado de asociación natural entre ellos y debe ser relativamente distinto

de otros grupos. Los grupos así establecidos deben corresponderse con características observadas de las muestras, y por tanto tienden a determinar "grupos naturales". Los grupos de muestras o parámetros pueden a su vez agruparse en conjuntos mayores, definidos por un menor grado de similaridad, pudiéndose establecer un diagrama global (con escala) de afinidades en forma de árbol o dendrograma con todos los grados de "parentesco".

2.1.5.- Para observar la evolución de los diferentes parámetros fisicoquímicos tenidos en cuenta en función de la edad de abandono de la zona incendiada -tiempo transcurrido desde el incendio hasta su muestreo-, se llevó a cabo la representación gráfica conjunta de estos dos factores mediante diagramas de cajas ("box-and-whisker").

En estos gráficos en ordenadas se representan los valores que toma el factor o parámetro, y en abscisas: (1) con el número pequeño más cercano al eje, el número de puntos de muestreo o muestras de cada edad de abandono, y (2) con un número mayor, la clase de edad de abandono de la zona incendiada (0 para los blancos, 1 para las de hace un año, etc.).

En la representación se muestra mediante una línea negra el valor medio (mediana) del parámetro en ese rango de edad o clase, mediante un rectángulo sombreado (caja) el rango de variación mayoritario del parámetro, por medio de una línea tabulada ("bigote") los valores extremos -máximo y mínimo- entre los que oscila el parámetro, y mediante un punto individualizado los casos que por sus valores excepcionales se salen completamente de la norma para ese parámetro.

2.2.- Análisis faunístico.

2.2.1.- Para el análisis de las dimensiones y biometría de los Acaros Oribátidos surgidos en este estudio, se han seguido los criterios establecidos por RUIZ *et al.* (1986) con el mismo objeto en el estudio de una zona de eriales de cultivo de la Provincia de Madrid. Así, se han considerado en función de uno

de los componentes de la dimensión de una especie, la longitud, cuatro categorías de carácter numérico -a las que nosotros aquí además asignaremos una denominación valorativa-: menor de 250 μm (pequeña), entre 250 y 400 μm (mediana), entre 400 y 600 μm (medio-grande), y mayor de 600 μm (grande). Y se han considerado en función de la relación longitud-anchura (bioforma), cociente entre esas dos variables que da como resultado un coeficiente cuyos valores estarían entre 1 -redonda- y 4 -cuatro veces más larga que ancha- (aunque estos valores extremos no llegan a alcanzarse), cinco categorías de carácter numérico -a las que aquí se asigna también una denominación valorativa-: menor de 1,5 (redondeada), entre 1,5 y 2 (media), entre 2 y 2,5 (medio-alargada), entre 2,5 y 3 (alargada), y mayor de 3 (muy alargada).

Para el análisis de la bioforma, y siguiendo también el criterio de RUIZ *et al.* (*op. cit.*), dada la especial morfología que presentan las especies pertenecientes a determinadas familias de Oribátidos que nos han surgido en este estudio -aplastados lateralmente, y por tanto más altos que anchos, y con el prodorso cerrado como un hoja de navaja bajo el notogáster-, como Protoplophoridae Ewing, 1917 y Euphthiracaridae Jacot, 1930, se han tenido en cuenta en los recuentos y balances sólo las 109 especies que presentaban la forma normal y más generalizada.

2.2.2.- Para el análisis de la frecuencia y la abundancia totales de cada especie en la zona objeto de estudio, se han tenido en cuenta todas las localidades muestreadas, tanto áreas incendiadas como blancos, por lo que los resultados que de ese análisis se derivarán serán generales para la fauna oribalógica de esa zona de la cara Sur de Gredos.

Ante la escasez de referencias y diversidad de patrones, sobre cálculo y consideración de frecuencias y abundancias "totales" de las especies en los diferentes estudios consultados (MINGUEZ, 1981; SALOÑA *et al.* ITURRONDOBEITIA, 1988; MUÑOZ-MINGARRO, 1992), aunque estos parámetros han sido utilizados de manera generalizada en el análisis particularizado y caracterización de

la fauna de los diferentes medios -localidades o muestras- que se contemplaban en cada estudio, se han utilizado aquí criterios de análisis concebidos originalmente para nuestro estudio -si bien adaptando el patrón general aportado por otros autores-, especialmente en el establecimiento de los límites numéricos de los intervalos que definen las diferentes clases o categorías. No obstante, la nomenclatura empleada en la significación de los diferentes tipos de abundancia y frecuencia, en general, ha sido utilizada con anterioridad con semejante sentido por otros especialistas.

La frecuencia de aparición de una especie, es un índice que resulta del cociente entre el número de muestras en que aparece esa especie y el número total de muestras analizadas en el estudio, expresado en valor porcentual. Así, la fórmula empleada para el cálculo del índice de frecuencia total de la especie i (Fr_i) sería:

$$Fr_i = \frac{m_i}{m_t} \times 100$$

donde m_i es el número de muestras en que aparece la especie i , y m_t es el número total de muestras del estudio.

Se han establecido para el análisis de frecuencias totales de las especies en este estudio, cuatro clases, en las que se sintetizan mediante su agrupamiento por intervalos los valores de los índices que se han obtenido de manera individual para cada especie. A cada una de estas clases se le ha asignado una denominación, que indica una valoración comprensible de la frecuencia. A continuación se expone el patrón concebido para la interpretación de la frecuencia total.

<u>Clases</u>	<u>Denominación</u>
< 3	Rara
3 - 9	Poco frecuente
9 - 25	Frecuente
> 25	Muy frecuente

La abundancia total de una especie, es un índice que resulta del cociente entre el número de individuos que nos aparecen de una especie y el número total de individuos de todas las especies obtenido en el muestreo, expresado en valor porcentual. Así, la fórmula empleada para el cálculo del índice de abundancia total de la especie i (Ab_i) sería:

$$Ab_i = \frac{n_i}{n_t} \times 100$$

donde n_i es el número de ejemplares de la especie i , y n_t es el número total de ejemplares del estudio

Se han establecido cinco clases de abundancia, en las que se agrupan por intervalos los valores de los índices obtenidos para cada especie, a las que se ha asignado una denominación valorativa. A continuación se expone el patrón utilizado para el análisis de la abundancia.

<u>Clases</u>	<u>Denominación</u>
< 0,1	Esporádica u ocasional
0,1- 1	Escasa o poco abundante
1 - 3	Medio abundante
3 -10	Abundante
> 15	Muy abundante

2.3.- Análisis taxonómico.

La identificación (determinación) de los ejemplares adultos de Acaros Oribátidos aparecidos en este estudio, se realizó básicamente en tres pasos o fases, que respondían a tres niveles taxonómicos: supragenérico, genérico y específico (y subespecífico, en su caso).

La identificación de grupos filéticos y grandes grupos o superfamilias, se realizó a la lupa binocular basándonos fundamentalmente en nuestro conocimiento previo del grupo (con alguna consulta bibliográfica, en obras generales sobre el grupo). Las siguientes identificaciones se llevaron a cabo al microscopio óptico, depositando los ejemplares en portaobjetos excavado.

La identificación a nivel genérico se realizó utilizando las claves y otros contenidos de varias obras sobre Oribátidos, tanto generales (BALOGH *et* BALOGH, 1992) como dedicadas a una parte de estos (GHILAROV *et* KRIVOLUTSKY, 1975: Sarcoptiformes -Oribatida y Acaridida- de la Ex-U.R.S.S.; MORITZ, 1976 -a- y MORITZ, 1976 -b-: Brachychthonidos; SUBIAS *et* TORRIJOS, 1982: Superiores Poronóticos de España; BALOGH *et* BALOGH, 1984: Oribatuloideos; SUBIAS *et* P. BALOGH, 1989: Oppidos; NIEDBALA, 1992: Pthiracaroides; PEREZ-IÑIGO, 1993: Superiores Poronóticos de la Península Ibérica).

Y la identificación a nivel específico (y subespecífico, en algunos casos), se hizo fundamentalmente a partir de: (1) el Catálogo de Oribátidos de la Península Ibérica y el Mediterráneo Occidental elaborado (y constantemente actualizado) para su equipo de investigación por el Prof. Dr. Luis-S. Subías, codirector de este estudio, en el Departamento de Biología Animal I (Cátedra de Entomología) de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, y (2) la Colección de comparación de Acaros Oribátidos existente en el mismo Departamento referido. Para la determinación fundamentalmente de aquellas especies que resultaron ser nuevas para la Ciencia, se consultó la bibliografía, a nivel mundial, con las descripciones de todas las especies de cada uno de los géneros afectados o confundibles con ellos.

El encuadre taxonómico final de todas las especies aparecidas en este estudio, se hizo siguiendo la ordenación contemplada en el Catálogo anteriormente mencionado, que sigue de modo general los planteamientos de GRANJEAN (1953, 1965 y 1969) y BALOGH (1972), actualizada, habitualmente sólo en los niveles genérico y subgenérico, con la aportación de los diferentes especialistas, a partir de la consulta bibliográfica permanente.

Tanto para la identificación de las especie ya conocidas como para la descripción de las especies nuevas para la Ciencia, que han aparecido en este estudio, se ha seguido la caracterización y terminología, sobre los rasgos morfológicos fundamentales de los Oribátidos, ofrecidas por PEREZ-INIGO (1969), BALOGH (*op. cit.*), SUBIAS (1978), y MAHUNKA *et* ZOMBORI (1985).

2.4.- Análisis biogeográfico.

El listado faunístico que se ofrece como resultado en el primer apartado (publicación) de Biogeografía del capítulo de Resultados de esta Memoria, se ha elaborado, mayoritariamente recopilando todas las citas que existían en la bibliografía sobre el grupo en la zona de referencia, incluida nuestra aportación del apartado de Faunística de este estudio -trabajo en vías de publicación-, y, en menor medida, aportando datos hasta ahora inéditos, a partir de la identificación de algunos ejemplares de Gredos de la Colección de Oribátidos del Departamento donde se ha realizado la investigación.

El listado referido, se presenta ordenando sistemáticamente las especies citadas, y ubicadas por tanto dentro de los taxones supraespecíficos que las corresponden, y refiriendo a continuación de cada especie: (1) su distribución biogeográfica conocida hasta la actualidad, en abreviatura, y (2) la localidad o localidades de la Sierra de Gredos de donde ha sido citada, seguida del autor y el año de la cita, o de un asterisco (*), si se cita por primera vez en ese primer apartado -publicación- de Biogeografía (que serían las procedentes de especies archivadas en la Colección), y sin nada a continuación, si la referencia proviene del trabajo faunístico base de GIL-MARTIN *et* SUBIAS (*in litt.*).

A continuación se ofrece una tabla de correspondencias, donde se refleja la distribución biogeográfica a que corresponden

las abreviaturas que aparecen en el listado (siguiendo básicamente el trabajo de RUIZ *et al.* -1986-).

CO: Cosmopolita
COS: Cosmopolita Subtropical
HO: Holártica
HOM: Holártica Meridional
PA: Paleártica
PAM: Paleártica Meridional
PAO: Paleártica Occidental
ES: Eurosiberiana
ME: Mediterránea
MEO: Mediterránea Occidental
IB: Ibérica

El análisis biogeográfico final, realizado en el segundo apartado (publicación) de Biogeografía del capítulo de Resultados, se hace a partir del recuento y encuadre de todas las especies censadas, en las diferentes clases biogeográficas consideradas, agrupando y tratando los porcentajes resultantes desde distintas perspectivas.

2.5.- Análisis ecológico.

Con el objeto de evitar la aparición de errores en la aplicación de los programas de análisis y hacer fiables los resultados de los tratamientos para su más correcta interpretación, sobre la matriz inicialmente elaborada con las abundancias de las diferentes especies (111) en los distintos sitios o unidades de muestra (72), se hizo una depuración, eliminándose las especies que sólo aparecían en una muestra y con un solo individuo (recesivas o raras). Así, todos los análisis que se realizan en el primer apartado (publicación) de Ecología del capítulo de Resultados, utilizan la matriz depurada según el criterio anteriormente expuesto, que consta de 66 muestras o sitios y 65 especies de Oribátido, y que se expone como Anexo II en el apartado correspondiente (primer trabajo de Ecología).

2.5.1. Análisis de diversidad y equilibrio.

Para llevar a cabo estos análisis, se han calculado, y valorado los resultados de, los siguientes indicadores ecológicos:

(1) por muestras o sitios, a partir del número de especies y del número de individuos:

- . Diversidad real (Hs)
- . Equitatividad (E)
- . Constante de Motomura (K.M.)

(2) por especies, a partir del número de muestras en que aparecen y del número de individuos:

- . Valencia ecológica
- . Amplitud de nicho
- . Constante de Motomura (K.M.)

También se calcularon, y aparecen en las correspondientes tablas -en resultados del primer trabajo de Ecología-, los valores de otros indicadores, que ofrecían información: (1) que servía de base para el cálculo de otros (por muestras: H_m = diversidad máxima, para el cálculo de E = diversidad relativa) o (2) que resultaba redundante con respecto a la ofrecida por otro indicador (por especies: Equitatividad). Por ello, sólo se han sometido a interpretación los resultados de los factores o indicadores ecológicos que se especifican más arriba.

En el estudio por muestras de la diversidad, se ha empleado la teoría de la información aplicada por Shannon-Weaver con este objeto, siguiendo a CANCELA DA FONSECA (1969).

La diversidad específica o real (Hs), se halla en función de la probabilidad de encontrar una especie i en una muestra s , a partir de la fórmula matemática:

$$H_s = - K \sum p_i \log p_i$$

donde $p_i = n_i/N$, es la frecuencia relativa de la especie i (n_i = nº individuos de la especie i , y N = nº total de individuos de la muestra), y K es la constante correctora.

Para el cálculo de la diversidad específica se ha empleado el logaritmo en base 2, por lo que los valores resultantes se ofrecen en bits o unidades básicas de información.

La diversidad relativa o equitatividad (E), se calcula como la relación existente entre la diversidad real obtenida y la diversidad máxima posible para una muestra (H_m).

Así, siendo la diversidad máxima $H_m = \log S$, donde S es el número de especies de la muestra s , la fórmula matemática para el cálculo de la equitatividad sería:

$$E = H_s/H_m$$

Este indicador, que es una medida del equilibrio de las poblaciones (en las muestras), toma valores entre los extremos 0 y 1, considerándose valores indicativos de poblaciones equilibradas según DAGET (1979) por encima de 0,8.

En el estudio por especies, la diversidad es tomada como medida de la valencia ecológica de la especie (PINEDA *et al.*, 1981), esto es, la amplitud de condiciones del medio en la cuales un organismo o una función pueden existir (BACHELIER, 1978). Y la amplitud de nicho - nicho ecológico: el oficio o función ecológica que desempeñan una o más especies dentro del ecosistema (MARGALEF, 1981)-, ofrece una información idéntica que el anterior indicador.

Se ha aplicado el modelo loglineal de Motomura (DAGET, 1979), tanto al estudio por muestras como por especies. El valor que toma la constante de Motomura (K_M), empleado para el estudio de la distribución de abundancias de las especies, calculado para muestras nos indica el reparto del nº de individuos entre las especies de la muestra, y calculado para especies nos indica el reparto del nº de individuos de la especie entre las diferentes

muestras. El valor de esta constante, nos indicaría el grado de equilibrio poblacional, considerándose, por ello, también indicador de estabilidad (ITURRONDOBEITIA et SALONA, 1990).

Para observar la evolución de los diferentes indicadores ecológicos básicos: nº de especies, nº de individuos, diversidad real, equitatividad y constante de Motomura, en función de la edad de abandono de la zona incendiada -tiempo transcurrido desde el incendio hasta su muestreo-, se llevó a cabo la representación gráfica mediante diagramas de cajas ("box-and-whisker"). El fundamento de la interpretación de este tipo de gráficos, se encuentra desarrollado dentro de este mismo capítulo (Material y Métodos) en el apartado de Análisis Fisicoquímico.

2.5.2. Análisis Multivariantes.

Los análisis de afinidades cenóticas e interespecíficas y factorial de correspondencias, se han llevado a cabo sobre la matriz depurada de abundancias muestras-especies referida en el comienzo de este apartado (Análisis Ecológico).

El análisis canónico de correspondencias, se lleva a cabo utilizando la matriz muestras-especies anteriormente referida y la matriz depurada (con las mismas 66 muestras que la anterior) con los valores cuantificados de los diferentes parámetros fisicoquímicos de los suelos en las muestras o sitios, obtenida a partir de la matriz general muestras-fisicoquímicos que figura como tabla I en el apartado (publicación) correspondiente del capítulo de Resultados de este estudio global (Parámetros Fisicoquímicos).

- Asociaciones cenóticas y faunísticas

Para establecer las agrupaciones existentes entre las diferentes muestras (localidades) del estudio, en función de la abundancia de las especies, y entre las distintas especies presentes, en función de su abundancia en las muestras, se ha

llevado a cabo el cálculo de las afinidades cenóticas e interespecíficas mediante el índice de solapamiento cenótico de HORN (1966). Aunque inicialmente concebido para el cálculo de la afinidad entre medios o comunidades, aplicado en la estimación de afinidades entre especies ha demostrado un buen comportamiento (SALOÑA et ITURRONDOBEITIA, 1990). El agrupamiento (dendrograma) se ha llevado a cabo mediante el método de clasificación flexible UPGMA (unweighted pair-group method, arithmetic average) (SNEATH et SOKAL, 1973).

El cálculo de las afinidades y el dendrograma de especies se realizan sobre las 65 especies de la matriz depurada, mientras que para las muestras en lugar de realizar el agrupamiento de las 66 unidades consideradas en la matriz, teniendo en cuenta la complejidad de su interpretación ecológica, se calculó y representó la afinidad entre las 20 localidades. Es decir, que se consideraron conjuntamente las abundancias de las diferentes especies en las unidades de superficie y profundidad de una misma muestra y en las muestras de centro y periferia de una misma localidad, teniendo así una tabla de contingencias localidades-especies, que es sobre la que se calculó el índice de solapamiento cenótico e hizo el dendrograma.

- Ordenación

Para contrastar la validez de los modelos observados, también se intenta establecer las relaciones existentes entre las muestras (filas) y las especies (columnas) por medio del **Análisis Factorial de Correspondencias (AFC)**, que es un método de ordenación que utiliza en la representación de tablas de frecuencia la distancia χ^2 (ji-cuadrado). Éste, permite el análisis paralelo de las afinidades entre muestras y especies, y la representación simultánea de ambos, lo cual nos dará una idea gráfica de la(s) especie(s) que se acercan a determinada(s) muestra(s), que serían las que mayor presencia o abundancia tendría en ella (CUADRAS, 1981), y por ello una especie característica o preferente de esa muestra (de las condiciones o características que presenta).

A continuación se agruparon todas las unidades de muestra pertenecientes a una misma localidad (por ejemplo: G4PS, G4PP, G4CS, G4CP = G4) y todas las localidades encuadradas en la misma clase de edad de abandono (por ejemplo: G3, V1, P1 = 12 años), estableciéndose ocho clases de edad: blancos, 0 años, y zonas incendiadas hace 1, 2, 3, 6, 12, 16 y 18 años. Así, se obtuvo una matriz de ocho columnas y 65 filas, con la abundancia acumulada de cada especie (fila) en cada clase de edad de abandono (columna), sobre la que también se realizó un Análisis Factorial de Correspondencias, con el objeto de observar las posibles relaciones de las especies con la recuperación de las zonas incendiadas.

Para establecer las relaciones existentes entre las especies y los parámetros fisicoquímicos de las muestras del estudio, se llevó a cabo, a partir de las matrices depuradas muestras-especies y muestras-fisicoquímicos, un Análisis Canónico de Correspondencias (ACC) (TER BRAAK, 1987).

El ACC se utiliza como técnica exploratoria donde, mediante una ordenación de factores abióticos, muestras y especies, se detecta la variación de la comunidad con el ambiente. Este análisis, es una combinación de métodos de ordenación (correspondencias) y de regresión múltiple. Los ejes sobre los que se realiza la ordenación se extraen mediante combinaciones lineales de los factores ambientales.

El diagrama de ordenación resultante muestra de modo gráfico y resumido las relaciones entre las tres variables (muestras, especies, fisicoquímicos), y está definido por la posición en que se sitúan tanto las muestras como las especies, y los vectores de los parámetros fisicoquímicos. Estos vectores indican mediante su longitud la importancia del parámetro en el análisis y mediante su dirección y sentido el gradiente de influencia del mismo (ITURRONDOBEITIA *et* SALOÑA, 1991).

Tanto aquí, en Análisis Ecológico, como en el apartado de Análisis Fisicoquímico, se ha efectuado una explicación resumida

del fundamento y utilidad de los métodos e índices empleados en los diferentes análisis de "diversidad" (diversidad específica, equitatividad, constante de Motomura, valencia ecológica, amplitud de nicho) y multivariantes (análisis de la varianza de un factor, análisis de componentes principales con métrica normada, asociaciones cenóticas e interespecíficas, análisis factorial de correspondencias, análisis canónico de correspondencias). Todos ellos han sido empleados con anterioridad en estudios de fauna del suelo, habiéndose seleccionado los que se exponen por haber demostrado en su aplicación (comparativamente) un funcionamiento correcto y unos buenos resultados.

Para un conocimiento profundo y exhaustivo sobre los fundamentos matemático-estadísticos de los índices y análisis empleados en todo este estudio, me permito remitirles a varias obras -por no ser éste el objeto del presente trabajo y no alargar así vanalmente su extensión- que han sido la fuente de obtención de esta información. Algunas de ellas, se citan no tanto por lo exhaustivo de la descripción matemática de un método o indicador ecológico, como por la experiencia de correcto funcionamiento del mismo en un contexto experimental semejante al de nuestro estudio.

. Análisis de Componentes Principales: MALLO (1985)

. Diversidad, valencia ecológica, y amplitud de nicho: CANCELA DA FONSECA (1969), BACHELIER (1978) y DIAZ-PINEDA *et al.* (1981).

. Modelo loglineal de Motomura: DAGET (1979), CANCELA DA FONSECA (1969), ASCACIBAR *et* ITURRONDOBEITIA (1983), DEL CAMPO *et* ITURRONDOBEITIA (1984).

. Afinidades cenótica e interespecífica: HORN (1966), BROWER *et* ZAR (1977), SALOÑA *et* ITURRONDOBEITIA (1990)

. Análisis Factorial de Correspondencias: CUADRAS (1981)

. Análisis Canónico de Correspondencias: TER BRAAK (1987), CUADRAS (1981), (ITURRONDOBEITIA *et* SALOÑA, 1991).

3.- Programas informáticos empleados en el tratamiento matemático-estadístico de los datos.

Todos los análisis matemático-estadísticos realizados en este estudio, se han llevado a cabo mediante diferentes programas informáticos sobre un ordenador tipo PC.

3.1. El programa informático empleado para el cálculo de todos los indicadores de diversidad y equilibrio de las poblaciones, que se lleva a cabo en el primer apartado de Ecología, ha sido realizado por uno de los codirectores de esta Tesis Doctoral, el Dr. J. C. Iturrondobeitia.

3.2. Los programas utilizados para la realización de los análisis multivariantes de los apartados de Parámetros Fisicoquímicos y segundo de Ecología, son:

- ANOVA de un factor, Componentes Principales, y Agrupamiento: mediante el paquete SPSS (versión 6.1.2.) para Windows.

- Clasificación: Afinidades cenóticas e interespecíficas y Dendrogramas: mediante el programa NTSYS (versión 1.80).

- Ordenación: Factorial de Correspondencias y Canónico de Correspondencias: mediante el programa CANOCO (versión 3.12.).

3.3. Los diagramas de cajas realizados en los apartados de Parámetros Fisicoquímicos -excepto el triángulo de texturas, original- y Ecología (10), han sido obtenidas por medio del paquete de programas SPSS (versión 6.1.2) para Windows. Y las restantes representaciones: tablas, diagramas en árbol (dendrogramas) y gráficos en ejes de coordenadas, se han obtenido cada uno a partir del programa con que se ha realizado el correspondiente análisis.

RESULTADOS

PARAMETROS FISICOQUIMICOS

PUBLICACION 1

Estudio de varios parámetros fisicoquímicos en suelos de pinar incendiados de la Sierra de Gredos (Avila, España)

J. Gil-Martín & J. C. Iturrondobeitia. *Int. J. Wildland Fire*.

1.- INTRODUCCION

En todos los estudios de envergadura llevados a cabo más recientemente en España sobre Acaros Oribátidos, se han determinado una serie de parámetros fisicoquímicos de los suelos muestreados, con el objeto de intentar ver la incidencia que los valores de todos o alguno de ellos podría tener en la presencia, abundancia, diversidad, etc., de las diferentes especies de estos ácaros edáficos (SALOÑA, 1988; MORENO, 1991; MUÑOZ-MINGARRO, 1992).

Dentro de un amplio estudio sobre los Acaros Oribátidos de los suelos de pinares (*Pinus pinaster*) incendiados de un sector de la cara Sur de Gredos en la Provincia de Avila -Centro de España- (ver mapa), observando los resultados ofrecidos en todos estos trabajos previos, y teniendo en cuenta nuestras limitaciones técnicas para la realización de análisis de este tipo, se seleccionaron para analizar siete parámetros o factores, que tienen un carácter básico como descriptores del suelo, sobre los que centrar nuestra investigación. Estos parámetros edafológicos básicos seleccionados son: granulometrías -textura- (arena, arcilla y limo), pH, contenido de Nitrógeno total, contenido de Carbono orgánico oxidable, contenido de materia orgánica, capacidad de campo y fraccionamiento de la materia orgánica -humus- (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos -y extracto húmico total-).

Los seis primeros parámetros se calcularon para las 72 muestras (tomadas en el verano de 1992) de las 20 localidades en las que fija su objeto este estudio (18 zonas incendiadas y 2 blancos), y el último únicamente se estimó en muestras (tomadas en el invierno de 1994) de siete localidades representativas, seis zonas incendiadas de las diferentes edades -tiempo transcurrido entre que se quemó y se hizo el muestreo- y una zona blanco.

El cálculo de las granulometrías, fue realizado por D. Jose Vicente Valle Serrano, en la Cátedra de Invertebrados no Artrópodos del Departamento de Biología Animal I de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, y el de los restante parámetros fisicoquímicos, por el equipo del Dr. Alfredo Polo, del Centro de Ciencias Medioambientales del Consejo Superior de Investigaciones Científicas.

Los fuegos que dieron origen a las zonas que han sido objeto de muestreo para ese estudio, fueron con carácter general incendios forestales no prescritos o manejados, ocurridos durante la estación estival y de una alta intensidad.

Las localidades en las que se ha realizado el muestreo que sirve de base a este estudio, se refieren y describen de modo resumido a continuación, siendo de entre ellas en las siete siguientes en las que se ha realizado el fraccionamiento de la materia orgánica: BL1 (blanco), SC2, SC3, P1, E1, G2 y S4 (zonas incendiadas).

Asimismo, a continuación de la descripción de las localidades de muestreo, se ofrece una tabla-matriz en la que se ubican éstas según la edad y extensión de la zona incendiada (caracteres básicos utilizados como descriptores de las zonas quemadas), además de los blancos utilizados (zonas no incendiadas, al menos en los últimos 100 años).

2.- LOCALIDADES Y MATRIZ TAMAÑO-EDAD

BL1 (2/8/92)

Arenas de San Pedro. El Berrocal. MUP nº 3. UTM: 30TUK25 Orientación: este. Pendiente: 10-15 °. Altitud: 710 m.s.n.

Observaciones: Pinar adulto con vegetación herbácea y arbustiva casi ausente. Terreno con grandes afloramientos rocosos (bolos de granito-gneis) y suelo con una muy espesa capa de acículas y mantillo.

BL2 (5/8/92)

Mombeltrán. Fuente Los Ladrones (Cuesta de la Parra). MUP nº 16.

UTM: 30TUK25. Orientación: este. Pendiente: 25-35 °. Altitud: 610 m.s.n. Observaciones: Semejante en sus características de vegetación y suelo a la otra localidad blanco, sólo que sin afloramientos rocosos.

SC2 (31/7/92)

Santa Cruz del Valle. Barrera La Teja. MUP nº 22. UTM: 30TUK35

Fecha incendio: 29/8/1974. Superficie arbolada quemada: 64 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: pinar de regeneración no uniforme, brezo, cantueso, y zarza. Orientación: oeste. Pendiente: 35-40 °. Altitud: 680 m.s.n. Observaciones: con afloramientos rocosos (bolos de granito).

SC3 (31/7/92)

Santa Cruz del Valle. La Mariana. MUP nº 22 (12, 16, 17, 19, 21 y Particular). UTM: 30TUK35. Fecha incendio: 14/8/1976. Superficie arbolada quemada: 1625 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: pinar denso y uniforme de regeneración, brezo, madroño y jara. Orientación: este-sureste. Pendiente: 30-35 °. Altitud: 670 m.s.n.

G3 (30/7/92)

Guisando. Solana Guisandillo-Cruz de la Legua. Particular.

UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 11/8/1980. Superficie arbolada quemada: 4 Has. Intensidad: alta-muy alta. Momento: día. Vegetación después: pinar de regeneración denso y uniforme, brezo, madroño, helecho, torvisco, orégano y jara. Orientación: este-sureste. Pendiente: 20 °. Altitud: 660 m.s.n. (punto de centro) y 640 m.s.n. (punto de periferia). Observaciones: suelo rojizo asentado sobre base litológica metamórfica (pizarra).

V1 (31/7/92)

Cuevas del Valle. Llanada del Cibuerco. MUP nº 8. UTM: 30TUK25.

Fecha incendio: 24/7/1980. Superficie arbolada quemada: 15 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: buena regeneración del pinar aunque con un muy espeso matorral de ramo, brezo y zarza, y también gramíneas cespitosas en cepellones. Orientación: este. Pendiente: 50-60 °. Altitud: 1.150 m.s.n.

P1 (30/7/92)

Arenas de San Pedro. Caramillo. MUP nº 3 (y Particular). UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 11/8/1980. Superficie arbolada quemada: 119.5 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: pinar denso de regeneración, sin matorral en la periferia (P) y con matorral de helechos, brezo, jara pringosa, torvisco y cantueso en el centro (C). Orientación: sur. Pendiente: 30-35 °. Altitud: 770 m.s.n. (punto de centro) y 740 m.s.n. (punto de periferia). Observaciones: suelo muy arenizado, blanquecino en la periferia (P) y rojizo en el centro (C), sobre sustrato metamórfico (pizarra).

H2 (5/8/92)

El Hornillo. Lomo del Puente. MUP nº 11 (y Particular). UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 30/7/1986. Superficie arbolada quemada: 5.5 Has. Intensidad: alta. Momento: día. Vegetación después: buen pinar de regeneración, helechos, ramos y orégano. Orientación: este. Pendiente: 30-40 °. Altitud: 1000 m.s.n.

H1 (5/8/92)

El Hornillo. El Tejar-Silvona. MUP nº 11 (y Particular). UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 9/7/1986. Superficie arbolada quemada: 13 Has. Intensidad: alta. Momento: día. Vegetación después: buen pinar de regeneración, muy enmarañado con matorral de ramo, zarza, helechos y herbáceas anuales. Orientación: este-sureste. Pendiente: 30 °. Altitud: 720-740 m.s.n.

E1 (5/8/92)

San Esteban del Valle. La Cereceda. MUP nº 21 (9, 12, 13, 17, 19, 22, AV-3045 y Particular). UTM: 30TUK35. Fecha incendio: 21/7/1986. Superficie arbolada quemada: 3.501 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: mala regeneración del pinar, con ramos, berceas -gramíneas cespitosas- y zarzas. Orientación: oeste. Pendiente: 50-60 °. Altitud: 1.220 m.s.n. (punto de centro) y 1.150 m.s.n. (punto de periferia).

G4 (5/8/92)

Guisando. Espataditas. MUP nº 10. UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 12/8/1989. Superficie arbolada quemada: 5 Has. Intensidad: alta. Momento: tarde-noche. Vegetación después: pinar de regeneración heterogéneo por mala regeneración, con helechos, torvisco y herbáceas anuales.

Orientación: oeste. Pendiente: 35-40 °. Altitud: 1.000-1.040 m.s.n.

C2 (2/8/92)

Candeleda. Quebranta Carreta. MUP nº 5. UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 24/8/1989. Superficie arbolada quemada: 9 Has. Intensidad: alta. Momento: día. Vegetación después: pinar de regeneración heterogéneo, jara y zarza. Orientación: este-sureste. Pendiente: 45-50 °. Altitud: 1200 m.s.n. Observaciones: la regeneración natural del pinar en la zona es buena (si bien no alcanza los niveles de Guisando-Arenas); la heterogeneidad de la formación repobladora parece ser debida a una muy fuerte presión ganadera (caprino).

P3 (2/8/92)

Arenas de San Pedro. El Berrocal. MUP nº 3 y Particular. UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 29/7/1989. Superficie arbolada quemada: 135 Has. Intensidad: alta-muy alta. Momento: día. Vegetación después: muy buen pinar de regeneración, durillo, ramo, brezo, madroño y jara. Orientación: este. Pendiente: 10-15 °. Altitud: 650-700 m.s.n.

P2 (30/7/92)

Arenas de San Pedro. Alisitos-Valle Halcón. Particular. UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 6/9/1990. Superficie arbolada quemada: 1.5 Has. Intensidad: alta. Momento: noche. Vegetación después: mala regeneración del pinar, con algunos brotes de castaño, helechos y algunas herbáceas anuales. Orientación: oeste. Pendiente: 20 °. Altitud: 640 m.s.n. Observaciones: terreno abancalado desde muy antiguo y suelo arenizado de color blanquecino.

S1 (31/7/92)

Santa Cruz del Valle. El Colladillo. Particular. UTM: 30TUK35.

Fecha incendio: 24/7/1990. Superficie arbolada quemada: 2.5 Has. Intensidad: Muy alta. Momento: día. Vegetación después: ramo, zarza, jara, brotes de castaño en el centro (C) y helechar en la periferia (P). Orientación: noreste. Pendiente: 25 °. Altitud: 725 m.s.n. Observaciones: terreno abancalado desde muy antiguo.

A1 (31/7/92)

El Arenal. Media Panega-Las Mesillas. MUP nº 2 (y 16). UTM: 30TUK25. Fecha incendio: 10/8/1990. Superficie arbolada quemada: 10 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: ramo, gramíneas cespitosas y torvisco. Orientación: oeste. Pendiente: 25-30 °. Altitud: 1.200 m.s.n. Observaciones: una pequeña zona del centro (C) del incendio fue repoblada por hoyos con plantón de *Pinus sylvestris*.

G2 (30/7/92)

Guisando. Las Tejerillas-Guisandillo. MUP nº 10 (3 y Particular).

UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 24/7/1990. Superficie arbolada quemada: 1.011 Has. Intensidad: alta-muy alta. Momento: día. Vegetación después: muy buen pinar de regeneración, helechos, brotes de ramos, torvisco, jara y herbáceas anuales. Orientación: este. Pendiente: 15-20 °. Altitud: 760 m.s.n. (punto de centro) y 790 m.s.n. (punto de periferia). Observaciones: suelo rojizo desarrollado sobre sustrato metanórfico (pizarra).

G1 (30/7/92)

Guisando. Vega Reina. MUP nº 10. UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 1/9/1991. Superficie arbolada quemada: 5 Has. Intensidad: media alta-alta. Momento: día. Vegetación después: muy escaso pinar de regeneración, helechos y brotes de ramos. Orientación: oeste. Pendiente: 40-45 °. Altitud: 1.210 m.s.n. (punto de centro) y 1.180 m.s.n. (punto de periferia). Observaciones: suelo arenoso con mucha piedra.

C1 (2/8/92)

Candeleda. Castañarejo. MUP nº 5. UTM: 30TUK15. Fecha incendio: 9/8/1991. Superficie arbolada quemada: 10 Has. Intensidad: media. Momento: noche. Vegetación después: pinos supervivientes (bastante cantidad) y helechos. Orientación: sureste. Pendiente: 50 °. Altitud: 1.225-1.250 m.s.n. Observaciones: la mayoría de los pinos quemados sólo parcialmente, no calcinada la parte foliar, y suelo cubierto de una gruesa capa de acículas.

S4 (31/7/92)

Santa Cruz del Valle. El Madroñal. MUP nº 22 (Ayuntamiento Lanzahíta y 12, 16 y Particular). UTM: 30TUK35. Fecha incendio: 10/8/1991. Superficie arbolada quemada: 200 Has. Intensidad: muy alta. Momento: día. Vegetación después: mala regeneración del pinar, con brotes de encina y roble, y pocas herbáceas anuales. Orientación: sur. Pendiente: 10 °. Altitud: 500 m.s.n.

	1974 (18)	1976 (16)	1980 (12)	1986 (6)	1989 (3)	1990 (2)	1991 (1)
1-8 Has.			G3	H2	G4	P2/S1	G1
8-50 Has.			V1	H1	C2	A1	C1
> 50 Has.	SC2	SC3	P1	E1	P3	G2	S4
BLANCOS	BL1	BL2					

3.- MATERIAL Y METODOS

- Estudio y cuantificación de los parámetros fisicoquímicos:

Granulometrías.

La determinación de los porcentajes de las distintas fracciones granulométricas del suelo, se ha realizado según el Método Internacional de Análisis Mecánico, descrito en GUITIAN OJEA *et* CARBALLAS (1976).

La elaboración de un diagrama (triángulo) de texturas, y el correspondiente encuadre y clasificación de los suelos de nuestras muestras según este parámetro, se ha llevado a cabo a partir de los porcentajes obtenidos de las diferentes fracciones granulométricas, siguiendo criterios contenidos en PRIMO YUFERA *et* CARRASCO DORRIEN (1973).

pH.

La determinación de este parámetro se hizo sobre el extracto acuoso del suelo (1:2,5), después de ser sometido a agitación durante 30 minutos, con un pHmetro CRISON 517.

Contenido de Nitrógeno total.

Su medida se llevó a cabo según el método de Kjeldahl (JACKSON, 1964), que se basa en la mineralización del nitrógeno orgánico de la muestra, mediante digestión de ésta con ácido sulfúrico concentrado. El nitrógeno orgánico pasa a forma amoniacal y se valora, junto con el amonio ya existente en el suelo, por colorimetría (HINDS *et* LOWE, 1980) mediante un autoanalizador TECHNICON.

Contenido de Carbono orgánico oxidable.

Para la determinación de este parámetro edáfico, se ha empleado el método de oxidación por vía húmeda, propuesto por los Métodos Oficiales de Análisis (M.A.P.A., 1986).

Contenido de Materia Orgánica.

Este parámetro se determina a partir del contenido (porcentaje) de carbono orgánico oxidable, mediante una fórmula matemática, expuesta a continuación, que multiplica el valor porcentual del carbono por el factor de Van Bemmelen.

$$\% \text{ M. O.} = \% \text{ C} \cdot 1,72$$

Los tres últimos parámetros, N total, C orgánico oxidable y materia orgánica, se expresan en % con respecto a peso seco de suelo.

Capacidad de campo.

Es uno de los parámetros que se utilizan para expresar la capacidad de retención de agua de un suelo. Sería uno de los niveles de presión a partir del cual las raíces de las plantas son capaces de obtener agua del suelo (1/3 atm.).

Para su determinación, se sigue el procedimiento que a continuación se describe. Se somete una muestra de 25 gr. de peso seco y saturada en agua, a una presión de 1/3 atm. sobre membranas porosas y dentro de una cámara de presión (campana de Richards). Se deja alcanzar el equilibrio, que en general se consigue en dieciocho horas, y se determina la humedad de la muestra, expresándolo finalmente respecto a peso seco a 105 ° C.

Los valores de este parámetro, vienen expresados en gr. de agua por cada 100 gr. de suelo.

Fraccionamiento de la materia orgánica.

Primeramente se realiza la extracción del material orgánico del suelo en virtud de su solubilidad a pH básico (siguiendo la técnica de DABIN, 1971), posteriormente se hace la separación de las fracciones húmicas (ácidos húmicos y fúlvicos) en función de su diferente solubilidad a pH: 1 (según AIKEN *et al.*, 1985), y por último se lleva a cabo la cuantificación del carbono de esos extractos húmicos, siguiendo el procedimiento descrito a continuación.

Para la cuantificación del carbono de los extractos húmicos, se homogeneiza el extracto húmico total (EHT), se toma una alícuota y se pone en un erlenmeyer de 500 ml. para evaporar el extracto en un baño de agua a 100 °C. Otra alícuota del EHT se deposita en un tubo de centrifuga y se añade ácido sulfúrico 1:1 hasta pH: 1 para precipitar los ácidos húmicos. Se deja reposar durante doce horas y se centrifuga. Se desecha el sobrenadante resultante y el residuo se lava con agua destilada para neutralizar. A continuación, se disuelve el residuo con hidróxido sódico 0,5 N, se afora a 50 ml y se toma una alícuota en erlenmeyer para evaporar el extracto.

Para determinar el carbono del extracto húmico total y de los ácidos húmicos, se sigue el método expuesto anteriormente para la obtención del carbono orgánico oxidable. El contenido en carbono, se expresa respecto a peso seco de suelo.

- Análisis de los resultados de parámetros fisicoquímicos:

Para la analizar si existían diferencias significativas entre el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos objeto de estudio, entre las unidades de muestra de superficie y profundidad, por un lado, y entre las de centro y periferia, por otro lado, se llevó a cabo el Análisis de la Varianza (ANOVA) de un Factor, superficie/profundidad y centro/periferia, que utiliza un test de comparación de medias.

Para el análisis de las granulometrías de las diferentes estaciones y unidades de muestreo, se ha realizado, a partir de las proporciones de arena, arcilla y limo totales obtenidas, el encuadre de todas las muestras del estudio en un diagrama o triángulo de texturas, siguiendo criterios reflejados en PRIMO YUFERA *et* CARRASCO DORRIEN (1973). Así, cada muestra se sitúa en el lugar de intersección de las tres rectas que se trazan paralelas al lado anterior, siguiendo las agujas del reloj, desde el punto sobre el lado correspondiente que indique la proporción de cada componente (arena, arcilla y limo).

Para caracterizar las diferentes estaciones o unidades de muestreo según los parámetros fisicoquímicos básicos considerados en este estudio, se ha realizado a partir de la matriz general de resultados, en la que en filas figuran las muestras y en columnas los parámetros medidos (arena, arcilla, limo -granulometrías-, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos -extracto húmico total-, materia orgánica, carbono, nitrógeno, capacidad de campo y pH), varios Análisis de Componentes Principales (ACP). Al tratarse de un conjunto de datos muy heterogéneo, por ser parámetros cuyas medidas se expresan en unidades diferentes, se ha empleado la métrica normada, para, mediante su normalización, aminorar el efecto de la escala.

El cometido principal de este análisis multivariante, siguiendo a MALLO (1985), trata de condensar lo fundamental de la información que ofrecen varias variables interdependientes en un reducido número de variables independientes, que serán los componentes principales (ejes), y que se caracterizan por su reducción dimensional, su ortogonalidad y su significatividad.

Este análisis da lugar a una nube de puntos (muestras y parámetros) de n dimensiones, determinado por las n muestras, cuya proyección se reduce generalmente a un espacio bidimensional. En él se asocian la variables que dan información relacionada para constituir los componentes principales, eliminándose aquellas que no aportan información adicional.

Ante la dificultad que en ocasiones presenta este análisis en la interpretación de los factores, ya que a menudo un factor presenta correlaciones parecidas con muchas variables, se ha realizado una rotación ortogonal de factores (giro de ejes) por el método *varimax* para conseguir que cada factor tenga una correlación alta con unas pocas variables (ABRAIRA *et* PEREZ DE VARGAS, 1996). El resultado de la aplicación de esta técnica se refleja en la representación de la Figura 4. b.

Para establecer las posibles agrupaciones tanto entre las diferentes unidades de muestreo como entre las variables fisicoquímicas, se realizó sobre las unidades de muestreo descritas por los valores de los

parámetros fisicoquímicos considerados un Análisis de Agrupamiento a partir del coeficiente de correlación de Pearson, habiéndose elaborado sobre el resultado del mismo, y mediante el método UPGMA ("unweighted pair-group method, arithmetic average"), la correspondiente representación en forma de dendrograma.

Para observar la evolución de los diferentes parámetros fisicoquímicos tenidos en cuenta, en función de la edad de abandono de la zona incendiada -tiempo transcurrido desde el incendio hasta su muestreo-, se llevó a cabo la representación gráfica conjunta de estos dos factores mediante diagramas de cajas ("box-and-whisker").

Todos los tratamientos matemáticos y representaciones gráficas (a excepción del triangulo de texturas) realizados en el presente trabajo, han sido llevados a cabo en un computador tipo PC mediante el paquete informático estadístico SPSS (versión 6.1.2.) para Windows.

4.- RESULTADOS Y DISCUSION

Se realizó sobre el conjunto de todas las muestras consideradas en este estudio, un análisis de la varianza para superficie/profundidad (test de comparación de medias), con el objeto de comprobar si existían diferencias significativas en el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos cuantificados entre las muestra de superficie (10 primeros cm. del suelo) y las muestras de profundidad (10 restantes cm. del testigo). Los resultados obtenidos en este análisis para la mayor parte de los factores medidos, se muestran en la tabla contigua.

PARAMETRO	PROBABILIDAD (F)
Arena	0,8563
Arcilla	0,9797
Limo	0,8931
pH	0,0061
Carbono	0,0304
Nitrógeno	0,0118
Mat. Orgánica	0,0313
Cap. de Campo	0,0220

Teniendo en cuenta que el valor de varianza significativa es de $F \geq 0,05$, no existen diferencias significativas entre superficie y profundidad en los parámetros texturales: arena, arcilla y limo, y sí habría diferencias significativas en los valores de pH, carbono, nitrógeno, materia orgánica y capacidad

de campo. No obstante, estos últimos cinco parámetros se ha visto que siguen un patrón de evolución respecto a la edad de abandono de la zona incendiada muy semejante en superficie y en profundidad, y que además ambos reproducen fielmente el patrón observado en la evolución con la edad considerando conjuntamente ambas submuestras (sin diferenciar porciones de superficie y profundidad).

Por ello, los análisis y representaciones que de aquí en adelante se llevan a cabo, se han realizado teniendo en cuenta únicamente las 36 muestras (unidades de muestra) de superficie -aunque las consideraciones son extrapolables a la muestra global-; ello hace además más clara e interpretable la representación gráfica.

Con respecto a la caracterización del componente húmico, en un principio se pretendía utilizar como parámetro caracterizador los ácidos húmicos totales (extracto húmico total -EHT-), sin embargo consultados estudio previos y observando que en ocasiones las fracciones, ácidos húmicos y ácidos fúlvicos, presentaban diferente comportamiento tras el incendio, se tuvo en consideración para el estudio ambas fracciones por separado, y se mantuvo como un parámetro accesorio el EHT, porque no hacía sino redundar en los resultados ofrecidos por los parciales -sin distorsionar en modo alguno-.

Por dificultades ajenas a la voluntad y disposición de todos los implicados en este estudio, el análisis del componente húmico de los suelos de la zona de estudio hubo de realizarse sobre un máximo de siete muestras, seleccionándose con tal objeto una muestra de superficie de cada clase de edad de abandono -exceptuando las de tres años-. A la clase de tres años de abandono, en la que no se hizo cuantificación experimental, se le asignó como valor de ácidos húmicos y ácidos fúlvicos la media de los valores medidos en las muestras de las otras clases, con el objeto de no excluir a esta clase del análisis. Y a la muestras de cada clase de edad en las que no se realizó cuantificación directa de las fracciones de su componente húmico, se las asignó el valor medio en la muestra de la misma clase de

edad. Por este motivo, no se ha contemplado en la ANOVA superficie/profundidad los parámetros: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y extracto húmico total, ya que de origen los de profundidad son iguales a los de superficie.

Como se refiere en el apartado anterior (Material y Métodos), se ha llevado a cabo el encuadre de todos los suelos de la zona de estudio, según el resultado del estudio de sus granulometrías, dentro de los diferentes sectores del triángulo de texturas, siguiendo criterios de PRIMO YUFERA *et* CARRASCO DORRIEN (*op. cit.*), pudiéndose observar la representación resultante en la ilustración de la Figura 1.

Así, según la proporción de las tres fracciones granulométricas (arena, limo y arcilla) presentes en el suelo, se pueden establecer las siguientes tipos de textura: arena (ARN), arena-franca (ARN-FR), franco-arenoso (FR-ARN), arcilla (ARC), arcilla-arenosa (ARC-ARN), franco-arcillo-arenoso (FR-ARC-ARN), arcilla-franca (ARC-FR), arcilla-limosa (ARC-L), franco-arcillo-limoso (FR-ARC-L), limo (L), franco-limoso (FR-L) y franco (FR).

En cuanto a textura, según la clasificación ofrecida, los suelos de nuestra zona de estudio presentan un margen de variación muy estrecho, pudiendo considerarse a todos ellos fundamentalmente arenosos (casi todos con una proporción de arena superior al 70 %, y en la mayoría esa proporción está por encima del 80 %). Concretando dentro de esta consideración genérica, a la vista de los resultados (visibles gráficamente en la Figura 1), en nuestro estudio seis localidades presentan suelos arenosos *s. str.* (ARN), las correspondientes a las muestras bl1s, sc3s, vlcs, alcs, g1ps y g1cs (si bien la muestra sc3s estaría "a caballo" entre esta clase y la siguiente), dieciseis presentan suelos areno-francosos (ARN-FR), las correspondientes a las muestras bl2s, sc2s, g3ps, vlps, p1ps, p1cs, h2ps, h2cs, h1cs, g4ps, p3ps, p3cs, slcs, clcs, s4ps y s4cs, y las restantes catorce localidades muestran suelos franco-arenosos (FR-ARN), que corresponden a las muestras g3cs, h1ps, elps, elcs, g4cs, c2ps, c2cs, p2ps, p2cs, slps, alps, g2ps, g2cs y clps.

Destacan por sus valores extremos de "arenosidad", lógicamente, las localidades catalogadas como arenosas, presentando dos de ellas (g1ps y b1ls) una proporción de la fracción arena (2-0,02 mm.) superior al 85 %, y otras tres (g1cs, v1cs y a1cs) una proporción superior al 90 %, sobresaliendo entre todas ellas la muestra g1cs con un 96,52 % de arena. En el otro extremo, dentro de nuestro estudio, estarían los suelos franco-arenosos más próximos a la consideración de francos, es decir con mayor tendencia hacia el equilibrio entre sus tres fracciones granulométricas -aunque claramente arenosos-, donde cabría destacar, por ese orden, las muestras c2cs, g2ps, g2cs, c1ps, elcs, s1ps y g3cs, todas ellas con porcentajes de arena inferiores al 75 %, y sobreliendo como más equilibrada c2cs con una proporción de fracciones: 65,27 % de arena, 25,45 % de limo y 9,25 % de arcilla -la más baja de arena y la más alta de limo de todo el estudio-.

Con los valores medidos -siguiendo los procedimientos explicados en el apartado anterior- de los parámetros fisicoquímicos en las diferentes muestras, se he elaborado la matriz general muestras (filas)/fisicoquímicos (columnas) que se ofrece en la Tabla I.

Sobre esa matriz, muestras/fisicoquímicos, se ha realizado -para las muestras de superficie- un Análisis de Componentes Principales (ACP), con el objeto de definir los parámetros que caracterizan las diferentes muestras (suelos) de nuestra zona de estudio.

Tras el análisis, se observa que el porcentaje de varianza absorbida por los tres primeros ejes es del 85,4 %, siendo la contribución de cada uno de ellos la que a continuación se expone.

	<u>% Varianza</u>	<u>% Var. Acumulada</u>
EJE 1	32,2	32,2
EJE 2	27,3	59,6
EJE 3	25,8	85,4

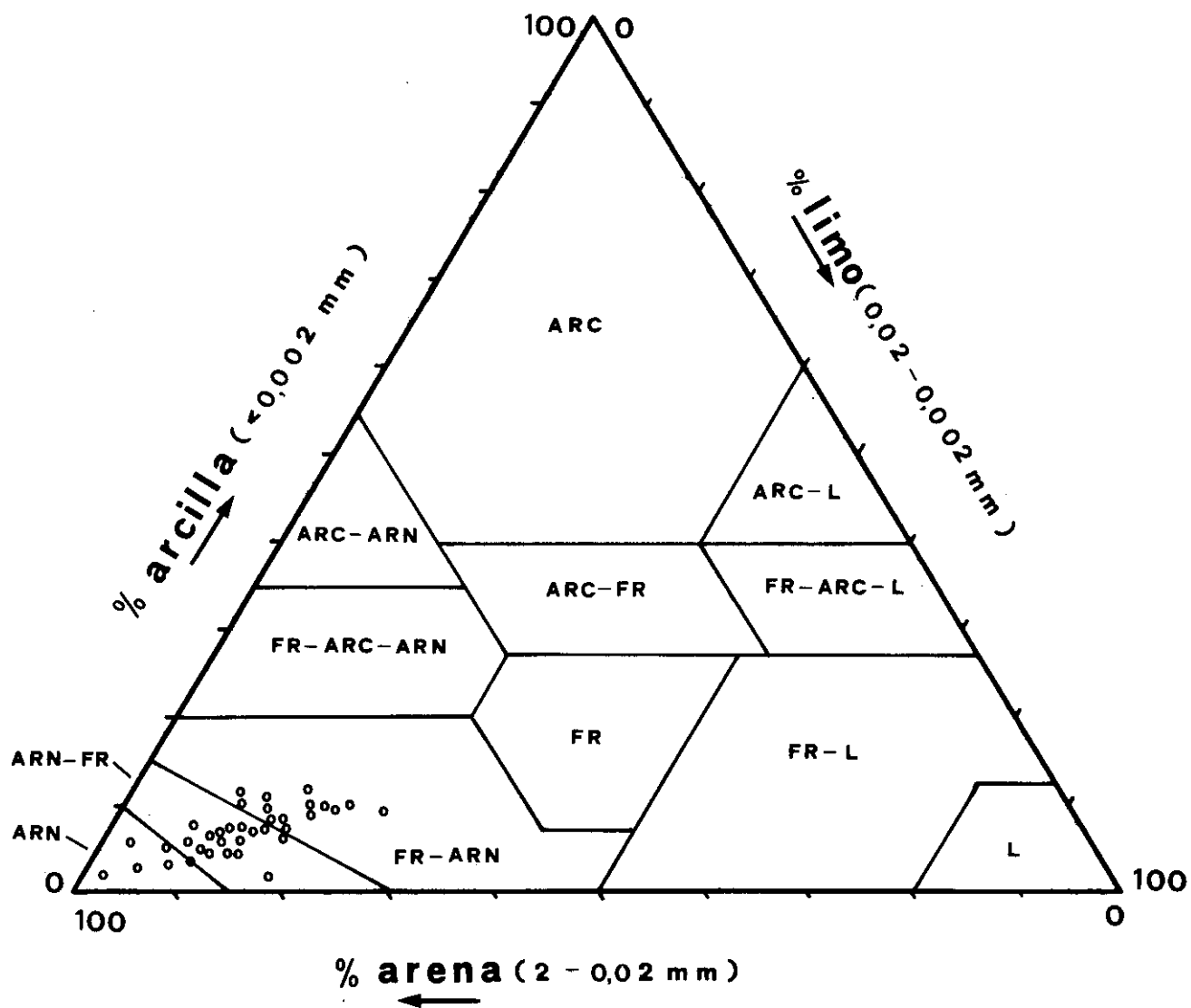


Figura 1. Representación de las veinte localidades de muestreo del estudio en el triángulo de texturas, según sus contenidos porcentuales de las fracciones granulométricas arena, limo y arcilla.

LOCAL.	ABAND.	pH	N	M.O.	C	Cap.C.	ARENA	LIMO	ARCILLA	AH	AF	EHT
bl1s	0	5,20	0,183	13,00	7,56	38,5	87,90	7,51	4,57	4,91	3,26	8,17
bl1p	0	5,35	0,102	7,30	4,25	23,8	85,74	9,86	4,38	0,00	0,00	0,00
bl2s	0	5,70	0,210	9,71	5,65	25,4	77,99	14,65	7,33	0,00	0,00	0,00
bl2p	0	5,80	0,126	6,50	3,78	18,6	78,96	15,98	5,03	0,00	0,00	0,00
sc2s	18	5,40	0,150	8,63	5,01	19,3	82,75	10,67	6,56	1,56	0,65	2,21
sc2p	18	5,30	0,086	4,02	2,34	17,2	74,67	18,55	6,76	0,00	0,00	0,00
sc3s	16	5,60	0,106	5,86	3,41	20,6	84,72	10,16	5,08	2,39	1,09	3,48
sc3p	16	5,70	0,043	4,38	2,55	13,4	83,19	11,13	5,65	0,00	0,00	0,00
g3ps	12	5,50	0,115	6,47	3,76	19,2	80,09	13,44	6,45	0,00	0,00	0,00
g3pp	12	5,20	0,070	3,98	2,31	13,9	76,10	15,37	8,51	0,00	0,00	0,00
g3cs	12	5,80	0,162	6,20	3,61	39,2	72,14	17,85	10,25	0,00	0,00	0,00
g3cp	12	5,70	0,075	4,01	2,33	21,6	73,64	16,87	9,47	0,00	0,00	0,00
v1ps	12	5,40	0,168	10,88	6,33	28,5	84,20	11,32	4,46	0,00	0,00	0,00
v1pp	12	5,30	0,153	6,42	3,73	19,4	83,49	11,33	5,15	0,00	0,00	0,00
v1cs	12	5,50	0,460	12,11	7,04	17,4	92,22	4,77	2,98	0,00	0,00	0,00
v1cp	12	5,30	0,184	9,38	5,45	12,8	89,36	5,71	4,90	0,00	0,00	0,00
p1ps	12	5,50	0,074	4,02	2,34	13,9	80,02	17,56	2,38	3,00	2,09	5,09
p1pp	12	5,30	0,042	2,29	1,33	16,6	78,46	17,36	4,14	0,00	0,00	0,00
p1cs	12	5,80	0,076	3,38	1,97	30,3	80,11	13,87	5,99	0,00	0,00	0,00
p1cp	12	5,60	0,018	1,57	0,91	11,3	82,49	11,31	6,17	0,00	0,00	0,00
h2ps	6	5,60	0,320	11,72	6,82	14,5	81,53	10,71	7,74	0,00	0,00	0,00
h2pp	6	5,00	0,240	11,56	6,72	15,5	82,42	12,10	5,46	0,00	0,00	0,00
h2cs	6	6,00	0,280	11,50	6,68	30,7	83,94	8,17	7,88	0,00	0,00	0,00
h2cp	6	5,60	0,343	20,05	11,66	22,9	79,90	8,03	7,10	0,00	0,00	0,00
h1ps	6	5,00	0,362	15,67	9,11	28,1	75,68	15,12	9,14	0,00	0,00	0,00
h1pp	6	5,70	0,308	13,20	7,67	23,8	80,09	12,54	7,34	0,00	0,00	0,00
h1cs	6	5,70	0,288	14,40	8,37	24,4	78,40	14,14	7,43	0,00	0,00	0,00
h1cp	6	5,85	0,174	9,55	5,55	28,4	73,46	21,21	5,30	0,00	0,00	0,00
e1ps	6	5,50	0,264	11,46	6,66	35,7	76,23	12,93	10,83	1,11	1,06	2,17
e1pp	6	5,80	0,229	7,48	4,35	27,6	80,13	11,09	8,76	0,00	0,00	0,00
e1cs	6	5,90	0,233	8,97	5,21	32,0	72,72	17,96	9,30	0,00	0,00	0,00
e1cp	6	5,60	0,134	10,32	6,00	23,2	74,14	12,91	12,92	0,00	0,00	0,00
g4ps	3	5,60	0,298	11,66	6,78	43,4	79,45	13,06	7,46	0,00	0,00	0,00
g4pp	3	5,20	0,360	13,10	7,62	21,5	75,65	14,53	9,79	0,00	0,00	0,00
g4cs	3	5,50	0,276	10,61	6,17	22,9	76,79	12,87	10,30	0,00	0,00	0,00
g4cp	3	5,30	0,159	8,80	5,12	21,2	76,94	14,44	8,60	0,00	0,00	0,00
c2ps	3	5,70	0,230	11,59	6,74	33,7	75,21	16,42	8,34	0,00	0,00	0,00
c2pp	3	5,30	0,118	5,83	3,39	26,0	78,92	13,85	7,20	0,00	0,00	0,00
c2cs	3	6,30	0,164	6,70	3,89	24,2	65,27	25,45	9,25	0,00	0,00	0,00
c2cp	3	6,00	0,074	4,12	2,40	29,4	67,67	19,48	12,81	0,00	0,00	0,00
p3ps	3	5,30	0,258	9,78	5,69	14,8	85,11	9,90	4,95	0,00	0,00	0,00
p3pp	3	5,60	0,140	5,86	3,41	26,4	84,56	10,19	5,23	0,00	0,00	0,00
p3cs	3	5,60	0,092	8,92	5,18	5,9	85,55	8,36	6,06	0,00	0,00	0,00
p3cp	3	5,50	0,097	4,44	2,58	17,9	90,41	4,10	5,47	0,00	0,00	0,00
p2ps	2	5,70	0,126	6,36	3,70	24,5	76,09	15,46	8,43	0,00	0,00	0,00
p2pp	2	5,10	0,042	1,77	1,03	17,0	71,46	16,52	12,00	0,00	0,00	0,00
p2cs	2	6,00	0,176	8,71	5,06	24,0	78,18	11,17	10,62	0,00	0,00	0,00
p2cp	2	5,40	0,066	4,12	2,40	27,0	80,39	11,70	7,89	0,00	0,00	0,00
s1ps	2	6,00	0,172	5,43	3,15	20,6	72,02	17,82	10,14	0,00	0,00	0,00
s1pp	2	5,10	0,120	2,93	1,70	17,7	72,39	20,35	7,23	0,00	0,00	0,00
s1cs	2	5,80	0,093	3,33	1,94	16,1	83,64	9,86	6,48	0,00	0,00	0,00
s1cp	2	5,10	0,078	1,81	1,05	13,2	84,22	8,82	6,95	0,00	0,00	0,00
alps	2	5,50	0,574	20,28	12,95	20,6	78,56	10,37	11,05	0,00	0,00	0,00
alpp	2	5,70	0,260	8,83	5,13	20,0	84,70	8,65	6,63	0,00	0,00	0,00
alcs	2	5,20	0,294	6,87	3,99	14,9	90,00	3,04	6,93	0,00	0,00	0,00
alcp	2	5,00	0,212	7,37	4,28	17,3	89,76	5,65	4,57	0,00	0,00	0,00
g2ps	2	5,70	0,186	12,73	7,40	29,9	67,99	21,94	10,03	1,26	0,93	2,19
g2pp	2	5,70	0,166	10,86	6,31	29,3	64,29	23,29	12,38	0,00	0,00	0,00
g2cs	2	6,20	0,268	7,12	4,14	36,0	70,44	19,99	9,55	0,00	0,00	0,00
g2cp	2	5,60	0,128	6,03	3,50	22,9	68,93	17,61	13,44	0,00	0,00	0,00
g1ps	1	5,20	0,289	10,45	6,07	4,1	88,66	8,15	3,16	0,00	0,00	0,00
g1pp	1	5,00	0,231	9,95	5,78	6,6	91,01	7,01	1,96	0,00	0,00	0,00
g1cs	1	5,60	0,280	6,83	3,97	13,0	96,52	1,06	2,40	0,00	0,00	0,00
g1cp	1	5,20	0,541	18,75	10,90	21,5	86,87	6,86	6,24	0,00	0,00	0,00
clps	1	6,00	0,146	10,59	6,15	33,4	71,38	19,16	9,43	0,00	0,00	0,00
clpp	1	6,20	0,076	3,04	1,77	16,1	79,69	13,43	6,86	0,00	0,00	0,00
clcs	1	5,90	0,178	7,47	4,34	44,5	75,96	16,73	7,30	0,00	0,00	0,00
clcp	1	5,60	0,117	4,50	2,62	22,5	77,01	14,00	8,96	0,00	0,00	0,00
s4ps	1	5,60	0,128	4,35	2,53	14,8	82,54	12,34	5,10	1,05	0,07	1,12
s4pp	1	5,30	0,038	1,21	0,70	13,0	77,35	18,10	4,52	0,00	0,00	0,00
s4cs	1	5,80	0,100	1,61	0,93	14,3	81,66	11,60	6,71	0,00	0,00	0,00
s4cp	1	5,30	0,034	1,47	0,86	16,2	82,99	11,27	5,72	0,00	0,00	0,00

Tabla I. Valores de los parámetros fisicoquímicos considerados, en los suelos de las setenta y dos unidades de muestra analizadas.

Los ejes o componentes principales resultantes del análisis son: EJE I: definido por los parámetros texturales (arena, arcilla y limo) y el pH

EJE II: definido por los parámetros carbono, nitrógeno y materia orgánica

EJE III: definido por los parámetros caracterizadores del humus (ácidos húmicos, ácidos fúlvicos -y su suma el extrato húmico total-) y la capacidad de campo.

El peso relativo de los diferentes parámetros en los componentes principales (ejes) descritos, se expresa mediante el grado de correlación que aparece en la tabla contigua.

	EJE I	EJE II	EJE III
Arena (Are)	<u>0,84456</u>	0,08502	-0,46398
Arcilla (Arc)	<u>-0,76356</u>	0,27586	0,34541
Limo	<u>-0,75311</u>	-0,24821	0,45142
pH	<u>-0,70236</u>	-0,37596	0,08573
Carbono (C)	0,06731	<u>0,91165</u>	0,34996
Nitrógeno (N)	0,11948	<u>0,88591</u>	0,07056
Mat. Orgánica (MO)	0,07075	<u>0,90644</u>	0,35630
Cap. de Campo (CC)	-0,39941	0,04548	<u>0,65596</u>
Ac. Húmicos (AH)	0,62207	-0,36561	<u>0,66722</u>
Ac. Fúlvicos (AF)	0,51871	-0,21937	<u>0,78831</u>
Extr. Húmico Total (EHT)	0,59244	-0,31077	<u>0,73698</u>

Al realizar la representación espacial (Figura 2) de los puntos de muestreo en los ejes del ACP, se aprecian ciertas tendencias de agrupamiento. De esas representaciones gráficas se pueden deducir las correlaciones que a continuación se refieren, exponiéndose las muestras siempre en un orden de más a menos correlacionada.

Sobre el eje I+, se proyectan estrechamente correlacionadas las muestras bl1s y vlcs, y significativamente correlacionadas las muestras vlps, bl2s, glcs, glps y alcs (si bien las cuatro últimas mayormente influenciadas por el eje III), que serían las de suelos de carácter más arenoso del estudio.

Sobre el eje I-, se proyecta con una correlación estrecha la muestra c2cs, y con una correlación significativa las muestras clps, g2cs, g2ps, clcs, slps y elcs, que supondrían los lugares más limosos y arcillosos, y con una pH más elevado (más básicos), del estudio.

Obsérvese, aunque resulta complemente lógico y por ello esperable, la fuerte coincidencia entre los resultados de la ordenación de muestras obtenida mediante este análisis respecto al eje I, determinado por las texturas (arena/limo-arcilla), y la ubicación de las mismas dentro de los distintos sectores (clases) del triángulo de texturas.

Sobre el eje II+, se proyectan estrechamente correlacionadas las muestras alps y htps, y significativamente correlacionada la muestra hlcs, tratándose de las localidades con mayores cantidades de materia orgánica, carbono y nitrógeno de la zona de estudio.

Sobre el eje II-, se proyectan estrechamente correlacionadas las muestras plcs y plps, y significativamente correlacionadas las muestras s4cs, slcs, g3ps, g3cs y sc3s, que se trataría de las localidades con suelos más pobres en materia orgánica, carbono y nitrógeno de todo la zona.

Sobre el eje III+, se disponen fuertemente correlacionadas las muestras bl2s y bl1s (si bien ésta última más influenciada por el eje I), y significativamente correlacionada la muestra g3cs, lugares dentro de la zona de estudio en los que sería especialmente relevante el valor del extracto húmico (ácidos húmicos y fúlvicos).

Sobre el eje III-, se dispone fuertemente correlacionada la muestra glcs, y correlacionadas de modo significativo las muestras glps, s4cs, s4ps, alcs, slcs y p3cs, lugares en los que el valor del extracto húmico es menos significativo.

Con el objeto de confirmar las tendencias observadas en el ACP, se realizó un Análisis de Clúster sobre los datos de la matriz muestras/fisicoquímicos, utilizando la correlación de Pearson y el algoritmo UPGMA, pudiéndose ofrecer como resultado gráfico del análisis los dendrogramas de la Figura 3.

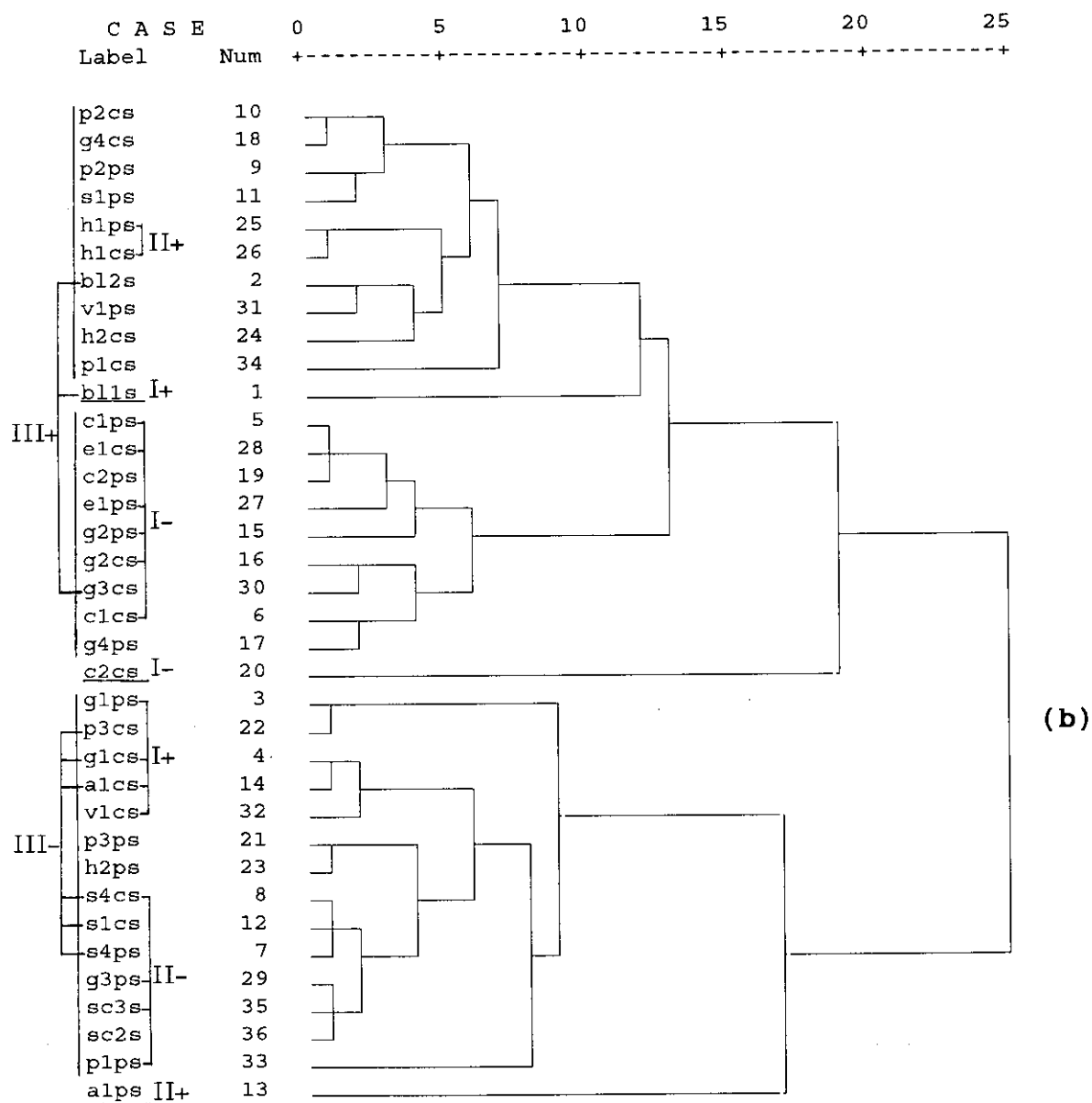
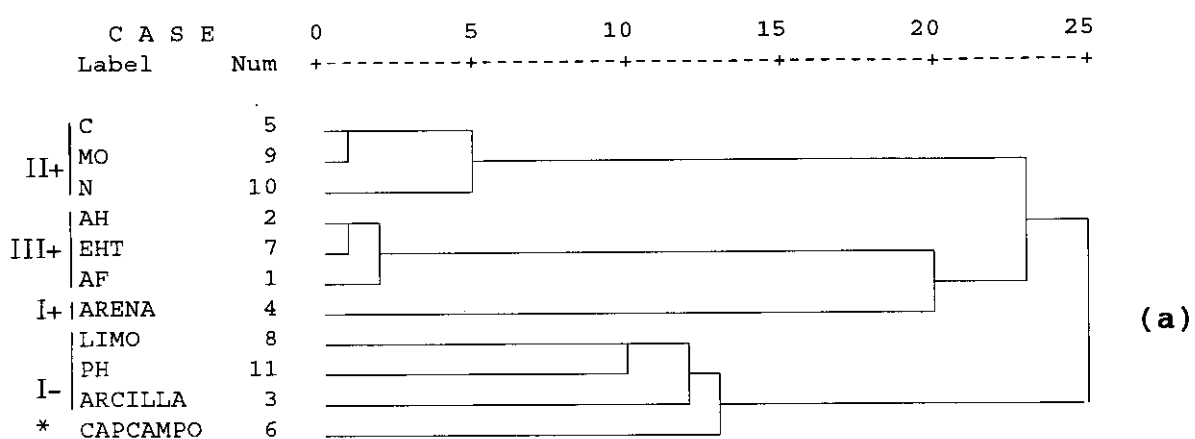


Figura 3. Dendrograma con los agrupamientos de los parámetros fisicoquímicos considerados en el estudio (a) y de las unidades de muestra analizadas (b).

Como se puede observar en el dendrograma que agrupa a los parámetros fisicoquímicos (Figura 3. a), la agrupación observada corresponde casi exactamente con la de definición de los tres primeros ejes del espacio obtenida en el análisis de componentes principales. Así, los grupos serían: (10) carbono, materia orgánica y nitrógeno, (20) ácidos húmicos y ácidos fúlvicos (y su suma, el extracto húmico total), (30) la arena, y (40) limo, pH, arcilla y capacidad de campo. Sólo difiere esta ordenación del resultado obtenido en el análisis de componentes principales, en que en aquel, la capacidad de campo aparecía asociada al componente húmico en el eje III.

Del dendrograma que expresa los agrupamientos entre las diferentes muestras, se observa cómo la agrupación en virtud de los parámetros que definían alguno de los ejes del análisis de componentes principales es buena. La correspondencia entre ejes (componentes principales/parámetros edáficos) y muestras (dendrograma) se ofrece como un esbozo de agrupamiento en la Figura 3. b. Se aprecia asimismo, como las muestras excepcionalmente ligadas o determinantes de algún factor, se encuentran completamente aisladas: b11s (arena), c2cs (arcilla y pH), y a1ps (carbono, nitrógeno y materia orgánica).

Por otro lado, no parece que ni el factor centro-periferia (tras el resultado de la ANOVA del factor) ni el factor extensión de la zona incendiada (tras el resultado del análisis de componentes principales), se relacionen de una manera clara con la evolución de los parámetros edafológicos estudiados. El factor con el que sí parece haber relación, es la edad de abandono de la zona incendiada -tiempo transcurrido desde que se incendió hasta su muestreo-.

Realizados el análisis de componentes principales y la representación espacial (Figura 4) de las muestras de las diferentes edades sobre los dos primeros ejes, se constata como es el eje I (+ arena, - arcilla, limo y pH) el que determina en mayor medida la disposición de los lugares, por lo que tanto la textura como el pH muestran una variación medible e interpretable

respecto de la edad de abandono del incendio. Así, se puede observar (de un modo más evidente en la Figura 4. b) como con carácter general las zonas blanco -no incendiadas- y las incendiadas hace muchos años son más arenosas, y las zonas más recientemente quemadas más arcillosas (también limosas) y básicas (pH ↑). No obstante, la localidad de 18 años de abandono, rompe un poco esta norma, apareciendo mezclada entre las de edades medias, por lo que cabe pensar que esa muestra concreta (un único punto) no se comporte como las correspondientes a su edad de abandono. De modo semejante podría explicarse la aparición del punto correspondiente a la muestra de 16 años a la izquierda de las muestras de 12, y no, como cabría esperar, entre éstas y las zonas blanco.

Para hacer una valoración más pormenorizada e interpretable del factor referido anteriormente, edad de abandono de la zona incendiada, que demostraba tener relación con la evolución de los parámetros fisicoquímicos estudiados, se llevó a cabo la representación gráfica (Figuras 5, 6, 7 y 8) en diagramas de cajas de la evolución de los distintos parámetros con respecto a la edad del incendio.

De la observación de la representación gráfica de los resultados se pueden extraer los siguientes tendencias:

(1) el carbono, el nitrógeno, la materia orgánica y la capacidad de campo experimentan una disminución tras el incendio, se recuperan progresivamente alcanzando niveles superiores (N) o semejantes (C, MO y CC) a la zona testigo o blanco a los seis años, bajan de nuevo bruscamente a los doce años, tomando a partir de aquí caminos distintos: la CC sigue una tendencia descendente en años subsiguientes (16 y 18), y los restantes parámetros (C, N y MO) se van recuperando de nuevo quedando a niveles inferiores al inicial.

(2) el pH, eleva sus valores durante los dos primeros años, y a partir de aquí comienza un progresivo descenso, con alternativas de bajada y subida, que le llevan a alcanzar un nivel semejante al inicial a los 18 años (aunque ya a los 12 años se aproximaba a él).

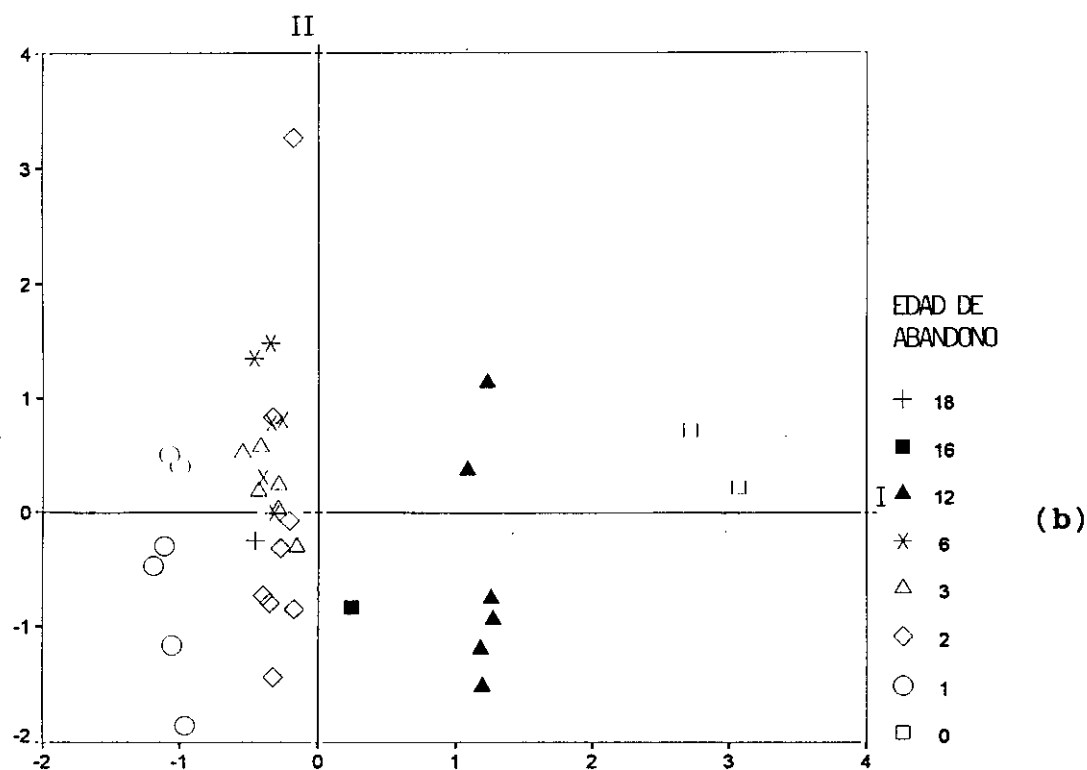
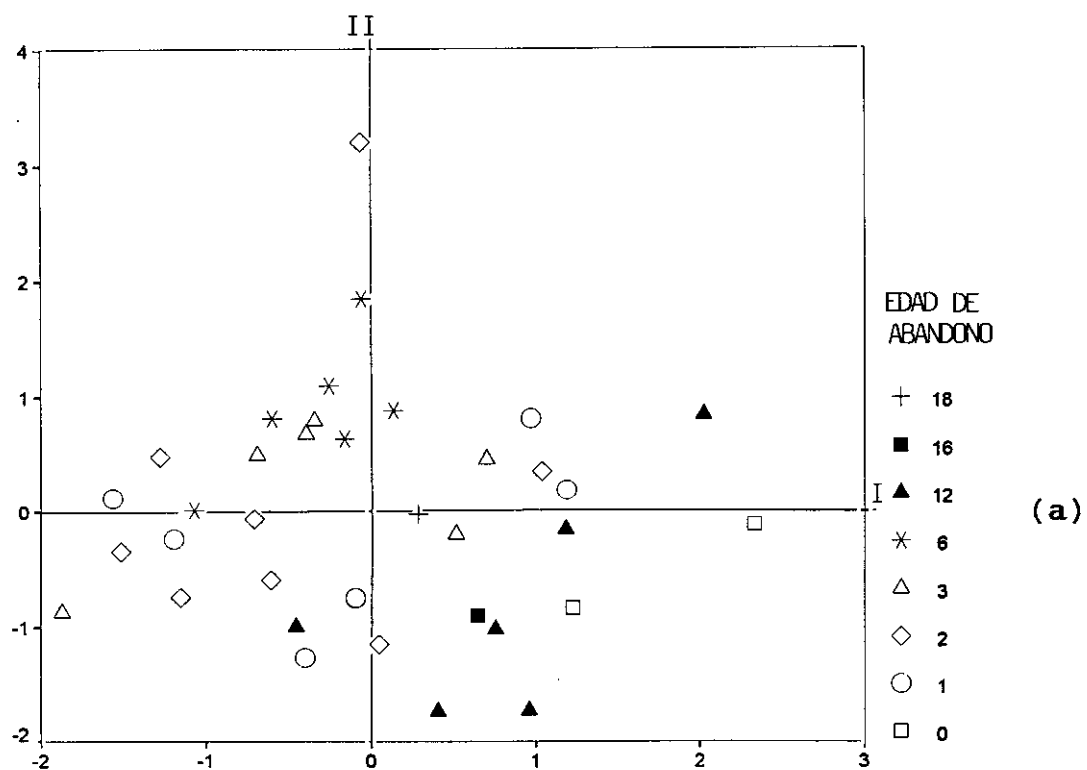
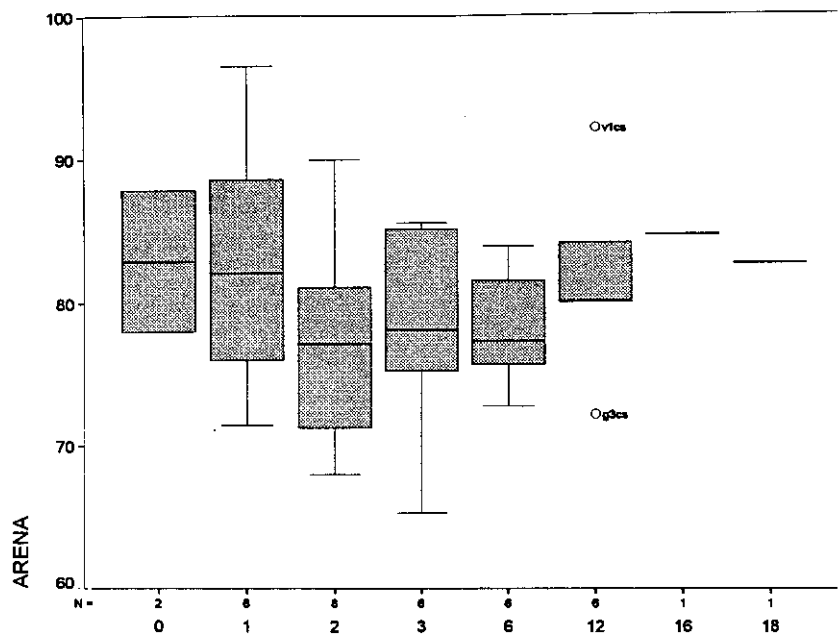
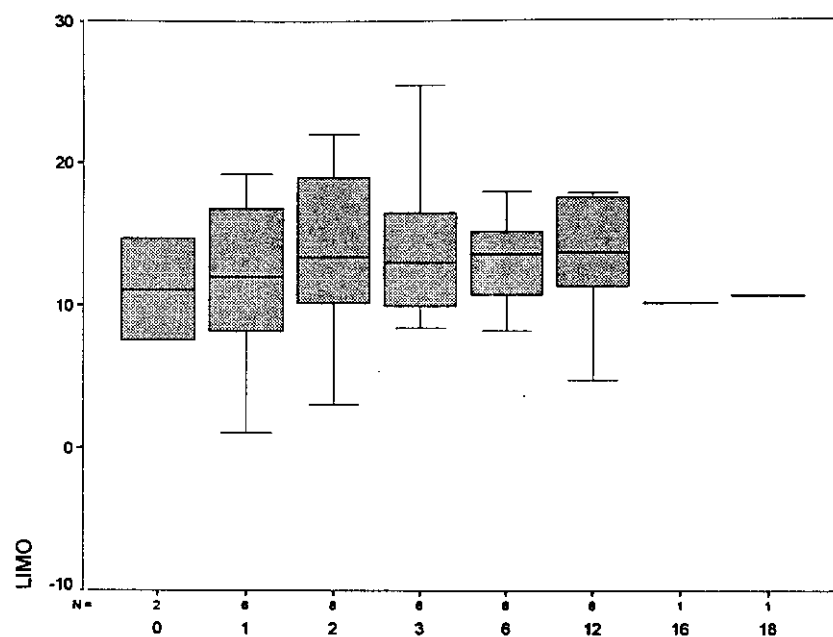


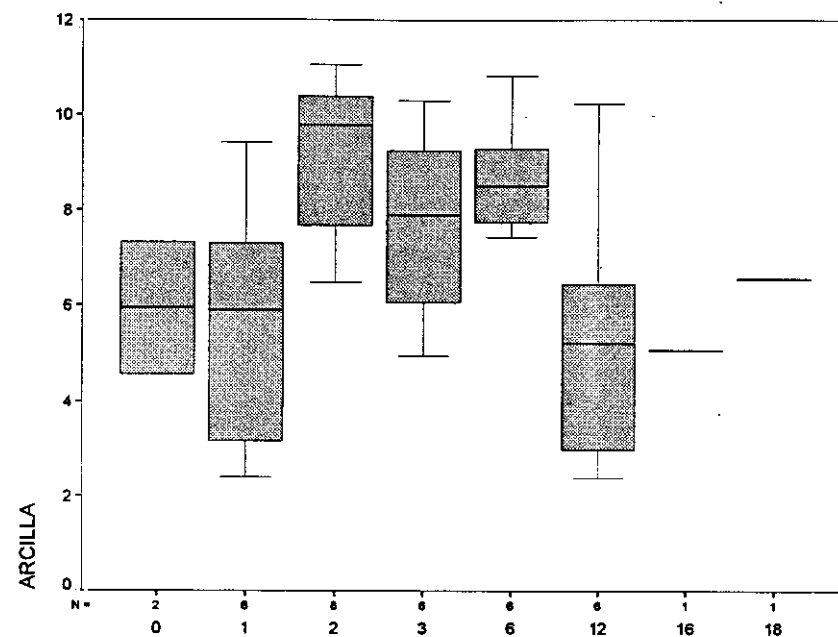
Figura 4. Representación de las muestras agrupadas en ocho clases de edad de abandono en el espacio definido por los ejes I y II del Análisis de Componentes Principales; (a) normal, (b) con ejes rotados por el método varimax.



(a)



(b)



(c)

Figura 5. Diagramas de cajas representando la evolución de los parámetros texturales arena (a), limo (b) y arcilla (c) con la edad de abanono de la zona incendiada.

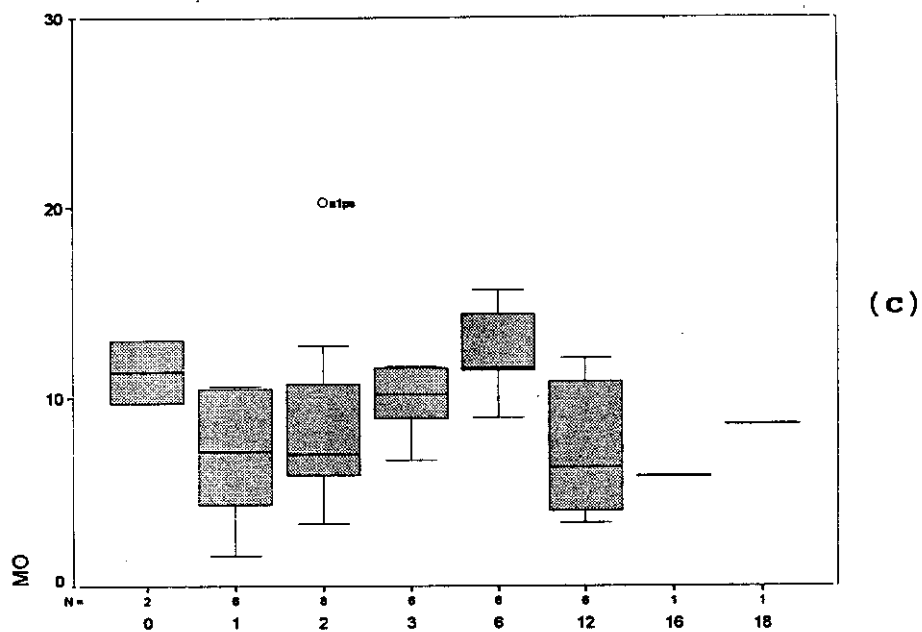
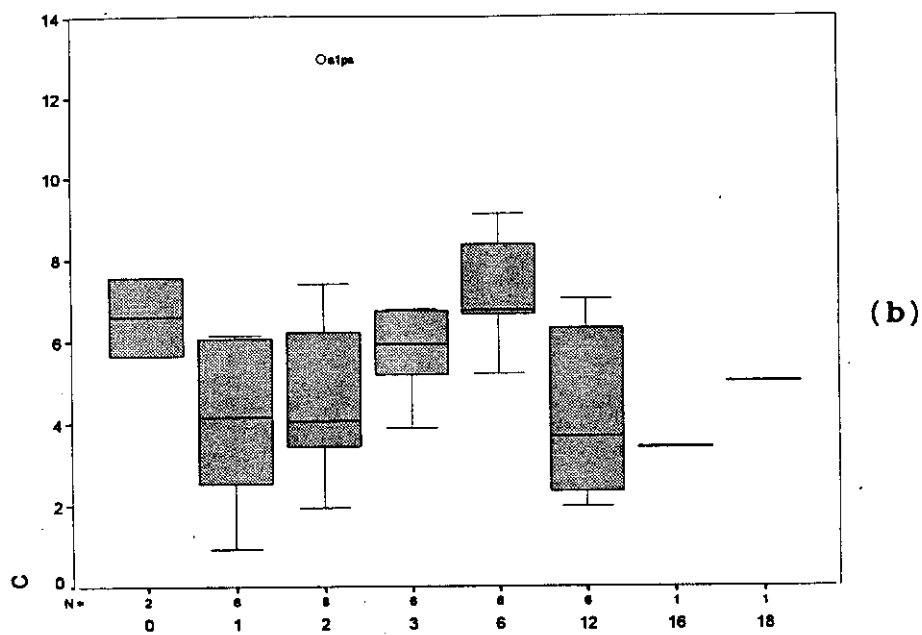
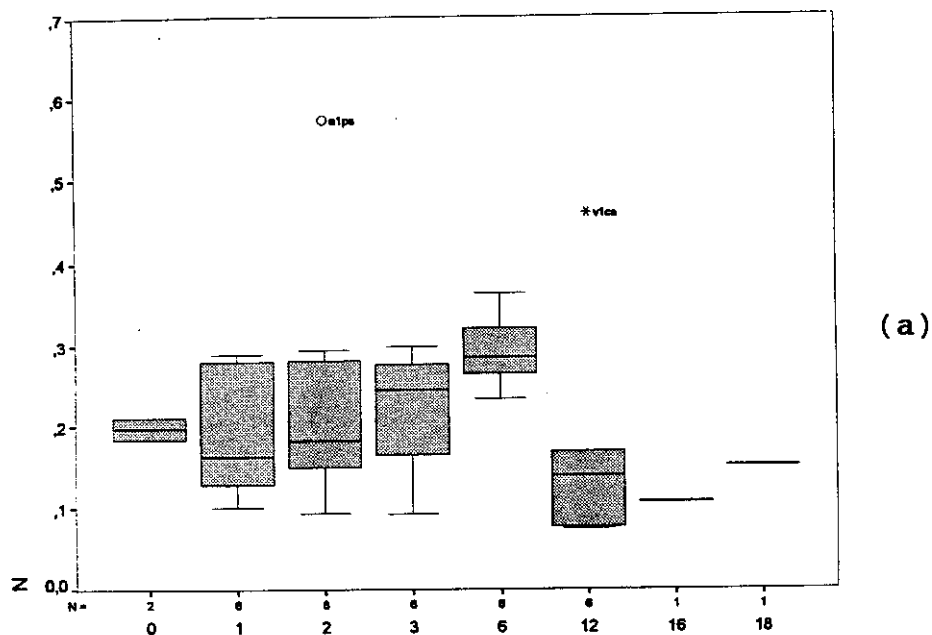
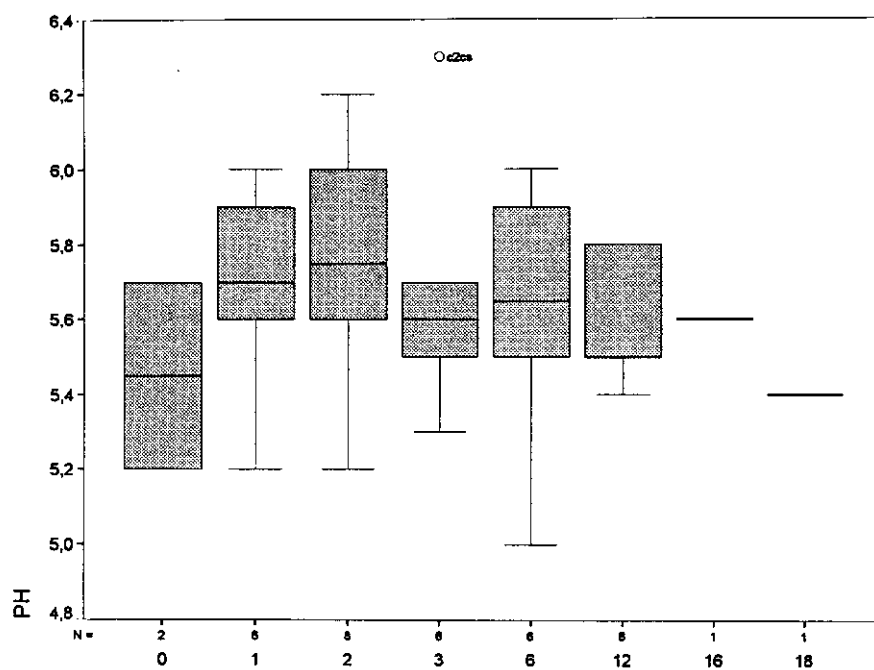
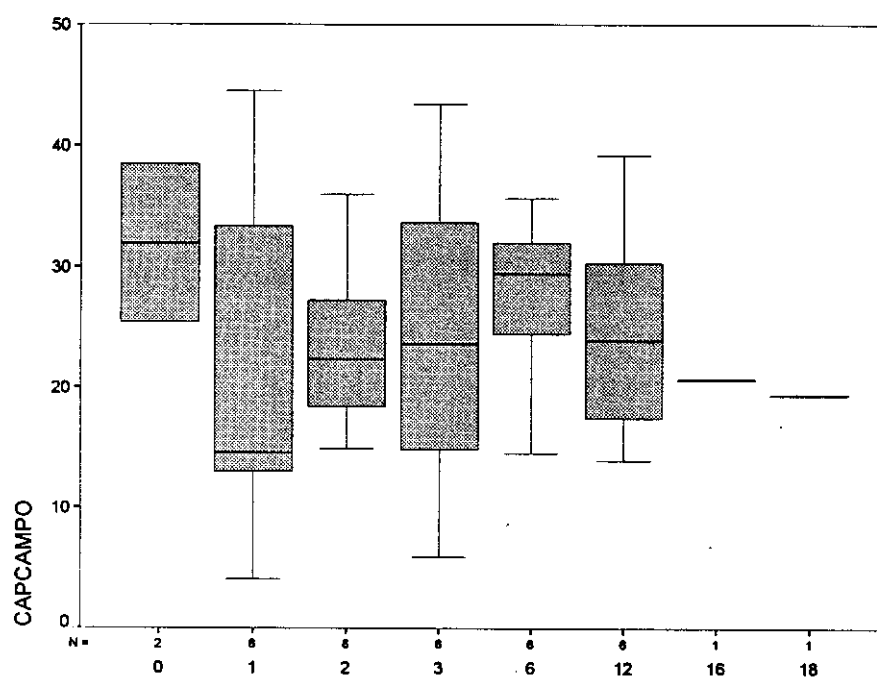


Figura 6. Diagramas de cajas representando la evolución de los parámetros Nitrógeno total (a), Carbono orgánico oxidable (b) y materia orgánica (c) con la edad de abandono de la zona incendiada.

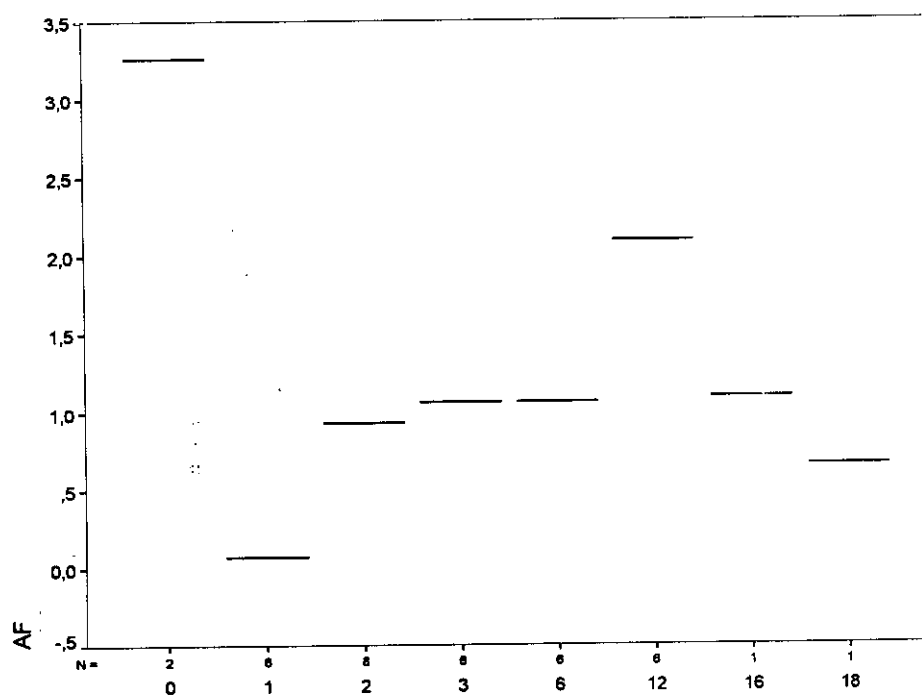


(a)

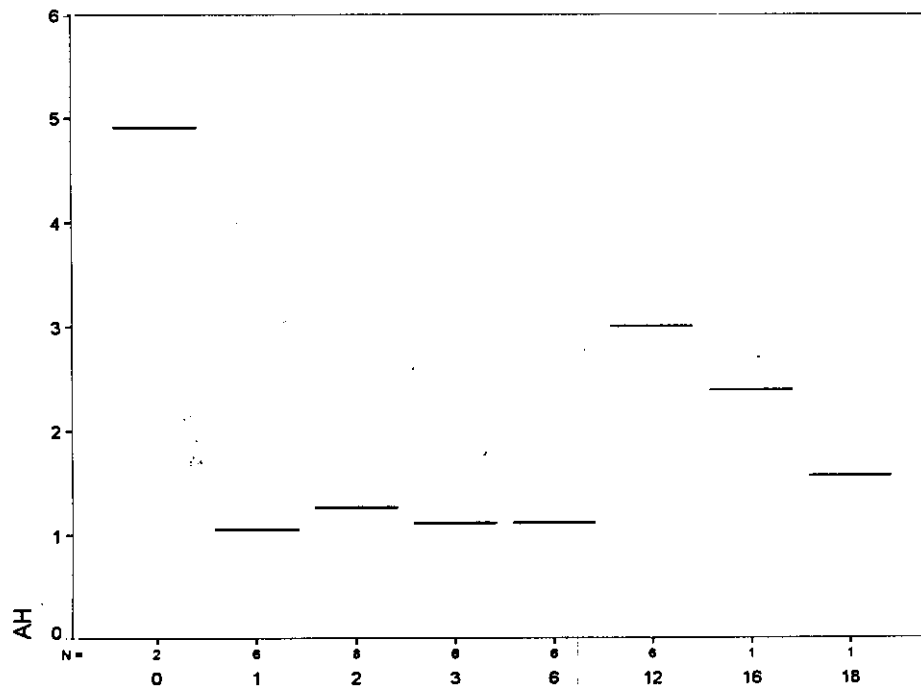


(b)

Figura 7. Diagramas de cajas representando la evolución de los parámetros pH (a) y capacidad de campo (b) con la edad de abandono de la zona incendiada.



(a)



(b)

Figura 8. Diagramas de cajas representando la evolución de los parámetros caracterizadores del humus, ácidos fúlvicos (a) y ácidos húmicos (b) con la edad de abandono de la zona incendiada.

(3) la arena, no experimenta variación el primer año, disminuye entre los dos y los seis años, y luego sube y se estabiliza en torno a los niveles iniciales.

(4) la arcilla siguiendo una evolución inversa a la arena, tampoco experimenta variación el primera año, se incrementa entre los dos y los seis años, y luego baja y se estabiliza en torno a los niveles iniciales.

(5) el limo no muestra variaciones significativas.

(6) los ácidos húmicos y los ácidos fúlvicos bajan drásticamente el primer año, entre los dos y los seis años se recuperan un poco pero se mantienen en niveles muy bajos, a los doce años se recuperan bastante pero sin aproximarse a los niveles iniciales, y a partir de aquí se observa un nuevo y progresivo descenso hacia niveles de nuevo muy bajos.

Como se observa en varias gráficas, algunas muestras de un determinado rango de edad se salen fuera de la caja, por superar los extremos normales establecidos para la definición del grupo, y por ello son representadas como un punto de modo individualizado.

Hay que tener en cuenta, no obstante, que la existencia de un sola muestra en las clases de edad de 16 y 18 años (habiendo demostrado además esta última en análisis anteriores tener un comportamiento extraño), hace que el análisis del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en los suelos incendiados de Gredos a partir de los 12 años de abandono, deba ser observado con reservas, considerando sin embargo que en los rangos anteriores la ponderación de los resultados ofrece fiabilidad a la exposición del comportamiento reflajada.

A continuación se contrastan algunos de nuestros resultados, expresados en forma de tendencia de los valores de los parámetros fisicoquímicos en zonas incendiadas con el paso del tiempo, con los obtenidos por otros autores, fundamentalmente en zonas de carácter igualmente mediterráneo.

Con respecto a Carbono orgánico oxidable (C), Nitrógeno total (N) y materia orgánica (MO), no parece estar comúnmente admitido cual sea su comportamiento en los primeros momentos después del incendio (días o primeros meses). Así, tras el incendio los valores medidos en el suelo para estos tres parámetros serían: según MANGAS *et al.* (1992) N y MO más elevados, según VEGA *et al.* (1987) N igual y MO más elevada, según ANDREU *et al.* (1996) y KUTIEL *et al.* (1987) N y MO más bajos, según VIDRICH *et al.* (1977) y DIAZ-FIERROS *et al.* (1990) C más elevado y N más bajo, y según TRABAUD (1983), TRABAUD (1990), RASHID (1987), ABBOTT *et al.* (1984) y DIAZ-FIERROS *et al.* (1982) C y N más elevados. Por nuestra parte nada se puede aportar de nuestro estudio en el margen temporal anterior a un año tras el incendio, ya que nuestra zona objeto de muestreo más recientemente incendiada es de un año de edad.

No obstante, más adelante se expondrá el contexto experimental (tipo de incendio, vegetación quemada y zona geográfica) de todos los trabajos referidos en este y sucesivos contrastes de resultados, para poder otorgar a cada uno el valor ponderado o relativo que realmente le corresponda, haciéndose además al final algunas consideraciones globales a partir de la valoración conjunta de nuestros resultados y los de los demás autores consultados, lo cual contribuirá en gran medida a entender la aparentemente extraordinaria disparidad de resultados observada en este sentido.

En nuestro estudio, como se expuso anteriormente, constatamos cómo durante los tres primeros años después del incendio los valores de C, N y MO disminuyen y permanecen bajos (bajan el primer año y se mantienen bajos los dos siguientes), recuperándose los niveles iniciales hacia los seis años, volviendo a bajar de nuevo de modo importante a los doce y retornando de nuevo a valores cercanos a los de partida a los 18 años. Si consideramos fiables los resultados de nuestro estudio correspondientes a 16 y 18 años, ya anteriormente explicados y matizados, se podría afirmar que a la vista de estos parámetros, y coincidiendo con TRABAUD (1983 y 1990), la zona se puede dar

por recuperada a los veinte años del incendio. Si, por el contrario, la reserva impuesta a los resultados de esos años impone la no fiabilidad de su uso, coincidiríamos con SAN ROQUE *et al.* (1985) y VEGA *et al.* (*op. cit.*) en que aproximadamente diez años después del incendio, algunos parámetros como la materia orgánica aún presentan unos valores más bajos de lo normal.

La mayoría de los trabajos consultados, coinciden con nosotros en que entre los dos y cuatro años después del incendio los valores de estos parámetros siguen siendo generalmente inferiores a los iniciales, sin embargo algunos como RASHID (*op. cit.*) constatan que la recuperación de los niveles de C y N se ha completado a los dos años de quemarse, y otros como ARIANOUTSOU *et* MARGARIS (1982) apuntan que a esa misma edad sigue persistiendo un nivel de N superior al suelo sin quemar.

Con respecto a la capacidad de campo, que muestra un comportamiento semejante a C, N y MO hasta los doce años -el margen temporal más ponderado de nuestro estudio-, parece contrastar el descenso en el valor de este parámetro que constatamos presentan nuestras zonas incendiadas de un año, con el incremento detectado a los ocho meses por ABBOTT *et al.* (1984) en incendios de baja intensidad en eucaliptal (quizá precisamente por la diferente intensidad entre su supuesto y el nuestro).

En referencia al pH, parece ser que con carácter general experimenta un incremento más o menos significativo -entre una y dos unidades- tras el incendio (basificación del suelo), si bien el tiempo que transcurre hasta la recuperación de los valores iniciales es diferente según los autores y las zonas. No obstante, algunos trabajos ponen de manifiesto que en ocasiones el pH se comporta de un modo distinto ante el fuego: no sufriendo modificación (DIAZ-FIERROS *et al.*, 1982), disminuyendo ligeramente (VEGA *et al.*, *op. cit.*), o elevándose en los primeros 5 cm. y bajando levemente entre los 5 y los 15 cm. del suelo (RASHID, *op. cit.*).

Con respecto al componente húmico de los suelos incendiados, algunos trabajos consultados, como VELASCO *et al.* (1986), ponen de manifiesto un predominio de las fracciones húmicas evolucionadas -ácidos húmicos- frente a las fracciones jóvenes -ácidos fúlvicos- en lugares quemados muy semejantes y próximos a nuestra zona de estudio, sin embargo nuestros resultados apuntan a que el desequilibrio entre ácidos húmicos y fúlvicos a favor de los primeros se presenta igualmente y en el mismo grado en las zonas testigo o blanco y en las zonas quemadas de las diferentes edades. Sólo a los seis años, se observa una aproximación al equilibrio entre las dos fracciones en nuestros suelos, cercanía no confirmada por sucesivas muestras.

En cuanto a la evolución de la textura de los suelos, no se han encontrado referentes suficientemente concretos con los que contrastar nuestros resultados.

De todo lo anteriormente referido, y teniendo en cuenta la diversidad de planteamientos y objetos de estudio, pueden extraerse (siguiendo a DEBANO *et al.* 1978; DIAZ-FIERROS *et al.*, 1982; TRABAUD, 1983; ABBOTT *et al.*, *op. cit.*; VELASCO *et al.*, *op. cit.*; CHRISTENSEN *et al.*, 1989; ANDREU *et al.*, *op. cit.*) una serie de consideraciones globales sobre el binomio incendios/propiedades del suelo.

La intensidad del incendio es un factor de importancia vital en la determinación de los efectos del fuego en todos los parámetros del suelo. Así, los incendios de alta intensidad, generalmente los no manejados (naturales o causados por el hombre), provocan la pérdida (1) por combustión -volatilización- de muchos nutrientes que se concentran en las ramas de la vegetación quemada (como N y K), y (2) por lavado de todos los elementos que se depositan en las cenizas resultantes, tanto elementos solubles (N, P y K) como cationes insolubles (Ca^{++} , Mg^{++} , Na^{+}). Aunque se puede constatar un incremento de la fertilidad del suelo inmediatamente después del incendio, por puesta en disposición de los nutrientes no incinerados o lavados, en estas zonas intensamente quemadas esta mejora edáfica dura

escasos meses, ya que generalmente con la primera estación de lluvias se produce un fuerte lavado de nutrientes que empobrece el suelo dejándolo en niveles muy inferiores a los previos a la ocurrencia del incendio.

Los incendios intensos suelen provocar la pérdida por combustión de la práctica totalidad de la vegetación del lugar, lo que conlleva además que la subsiguiente desprotección del suelo frente a la acometida de la lluvia -que incide libremente-, provoque importantes pérdidas de suelo (tanto de los horizontes orgánicos o sus restos hechos cenizas, como de los minerales) que es erosionado y arrastrado por la escorrentía. Asimismo la pérdida de funcionalidad de la vegetación y la acumulación de una capa relativamente impermeable de cenizas, hace que disminuya mucho la infiltración en esos suelos quemados. También suelen llevar aparejada, una importante desestructuración.

Por contra los incendios de media y baja intensidad, generalmente prescritos o producidos fuera de la estación seca, hacen disponibles los nutrientes inmovilizados en la vegetación, al no llegar a volatilizar gran parte de ellos, depositándose además gran cantidad de restos parciamente quemados, todo lo cual provoca un enriquecimiento del suelo (si bien sigue habiendo una desproporción entre la cantidad de material que se destruyen y la cantidad de nutrientes que se hacen disponibles). Además, este tipo de incendios no suele incidir negativamente en la estructuración del suelo ni provocar su erosión, ya que generalmente no se destruyen los horizontes orgánicos del mismo.

La recurrencia de los incendios en una misma zona, se ha visto que extreman o acentúan la respuesta del suelo en los sentidos indicados al explicar los efectos de los incendios de alta y medio o baja intensidad. Así, con carácter general, una alta frecuencia de incendios de gran intensidad puede esquilmar un suelo, mientras que con incendios de baja intensidad no suele producirse merma importante de nutrientes o propiedades.

En este sentido, y para finalizar estas consideraciones, CHRISTENSEN *et al.* (op. cit.) refieren que "los incendios de baja intensidad no afectan ni drásticamente ni permanentemente a las propiedades y nutrientes del suelo, ... y los incendios de alta intensidad provocan cambios significativos pero reversibles".

Finalmente se expone de forma resumida el contexto experimental (tipo de incendio, vegetación afectada, y zona geográfica) de los diferentes trabajos empleados en el contraste y discusión de nuestros resultados.

VIDRICH *et al.* (1977): fuego no controlado en bosque de coníferas y frondosas de Italia.

DEBANO *et al.* (1978): fuego prescrito en chaparral de California.

ARIANOUTSOU *et al.* (1982): en ecosistema frigánico mediterráneo -matorral espinoso y craso- de Grecia.

DIAZ-FIERROS *et al.* (1982): fuego no controlado en repobalaciones de pino y eucalipto con tojo en Galicia (Noroeste de España).

TRABAUD (1983) y TRABAUD (1990): fuego prescrito en garriga (*Quercus coccifera*) de Francia.

ABBOTT *et al.* (1984) y CHRISTIANSEN *et al.* (1989): eucaliptal de Australia Occidental.

SAN ROQUE *et al.* (1985): fuego no controlado en matorral y pinar (*Pinus halepensis*) en el Sur de España.

VELASCO *et al.* (1986): fuego no controlado en pinar (*Pinus pinaster*) de Avila (Centro de España).

VEGA *et al.* (1987): pinar (*Pinus pinaster*) del Noroeste de España.

KUTIEL *et al.* (1987): en bosque de *Pinus halepensis* y *Pistacia lentiscus* de Israel.

RASHID (1987): en bosque de *Quercus suber* de Argelia.

DIAZ-FIERROS *et al.* (1990): fuego prescrito en landa de *Ulex europaeus* del Noroeste de España.

MANGAS *et al.* (1992): en repoblación de *Pinus halepensis* de Alicante (Sureste de España).

ANDREU *et al.* (1996): fuego no controlado en pinar y matorral de Valencia (Este de España).

5.-CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES

- No existen diferencias significativas en el comportamiento o la evolución de los parámetros fisicoquímicos considerados en este estudio (arena, arcilla y limo; pH; Nitrógeno total, Carbono orgánico oxidable y materia orgánica; capacidad de campo; ácidos húmicos y ácidos fúlvicos -y extracto húmico total-), ni entre la zona superficial y la profunda del suelo incendiado, ni entre la zona central y la periférica del área quemada; aunque sí las hay en los niveles de contenido o valores de pH, capacidad de campo, Carbono, Nitrógeno y materia orgánica, entre superficie y profundidad.

- No se observa un comportamiento de los valores de los parámetros fisicoquímicos interpretable en función de la extensión (o tamaño) de la zona arbolada quemada, por lo que este factor en nuestro estudio no parece tener una influencia clara.

- Con carácter general, la textura de los suelos de nuestras localidades (muestras) es marcadamente arenosa. Concretamente, seis muestras son arenosas *s. str.*, 16 son areno-francosas, y 14 son franco-arenosas.

- Los análisis de componentes principales y de agrupamiento coinciden en sus resultados, proyectando sobre un eje y agrupando en ramas del dendrograma básicamente a los mismos parámetros y a las mismas muestras. Tanto los ejes como los grupos, estarían bien definidos por los parámetros texturales y el pH (eje I), la materia orgánica, el Carbono y el Nitrógeno (eje II) y los parámetros caracterizadores del humus (eje III).

- La edad de abandono de la zona incendiada, es el factor en función del cual se ha observado un comportamiento o evolución interpretable de los valores de los parámetros fisicoquímicos.

- En nuestra zona de estudio: (19) la materia orgánica, el Carbono, el Nitrógeno y la capacidad de campo presentan valores bajos los primeros años después del incendio, recuperándose transitoriamente (6 años) y bajando de nuevo después (12 años). Esta fluctuación en la recuperación, no siguiendo una tendencia claramente ascendente, podría tener su origen en la alta intensidad de los incendios; (20) el pH es superior (en un punto por término medio) en los primeros años, recuperando progresivamente los niveles iniciales; (39) de los parámetros texturales, el limo no experimenta modificaciones significativas, y la arena y la arcilla siguen caminos fluctuantes opuestos, recuperando finalmente niveles semejantes a los de partida; y (40) los valores de ácidos húmicos y fúlvicos (que muestran una evolución semejante) bajan mucho con el incendio, no experimentando una recuperación significativa en el margen de los 10-18 años a que llega este estudio.

- Nuestros incendios forestales de pinar, estivales y no prescritos (= generalmente intensos), tienen un significativo impacto sobre los parámetros fisicoquímicos edáficos considerados, produciendo modificaciones apreciables y siendo el tiempo de recuperación muy largo. Por ello, en nuestro contexto geográfico, la reversibilidad de los daños, se verifica a muy largo plazo.

- La intensidad del fuego, debe ser el factor más determinante en el impacto y el tiempo de recuperación de los suelos de las zonas incendiadas, por ello se han observado diferencias en la evolución de algunos factores (como la capacidad de campo) entre nuestros resultados y los obtenidos por otros autores con fuegos de media o baja intensidad (generalmente prescritos).

FAUNISTICA

LISTADO SISTEMATICO DE ESPECIES

- ORIBATIDA Dugès, 1833
- PALAEOSOMATA Grandjean, 1969
- Ctenacaroida Grandjean, 1954
- Ctenacaridae Grandjean, 1954
- Beklemishevia Zachvatkina, 1945
 - . *B. galeodula* Zachvatkina, 1945
 - Adelphacaridae Grandjean, 1954
 - Aphelacarus Grandjean, 1932
 - . *A. acarinus* s. str. (Berlese, 1910)
 - ENARTHRONOTA Grandjean, 1947
 - Brachychthonioidea Thor, 1934
 - Brachychthoniidae Thor, 1934
 - Brachychthonius Berlese, 1910
 - . *B. impressus* Moritz, 1976
 - . *B. parahirtus* Subías et Gil, 1991
 - . *B. pseudoimmaculatus* Subías et Gil, 1991
 - . *B. amistosus* n. sp.
 - Liochthonius v.d. Hammen, 1959
 - . *L. brevis* (Michael, 1888)
 - . *L. leptaleus* Moritz, 1976
 - . *L. strenzkei* Forsslund, 1963
 - Sellnickochthonius Krivolutsky, 1964
 - . *S. cricoides* (Weis-Fogh, 1948)
 - . *S. jacoti* (Evans, 1952)
 - . *S. meridionalis* (Bernini, 1973)
 - Protoplophoroidea Ewing, 1917
 - Protoplophoridae Ewing, 1917
 - Bursoplophora Subías et C. Pérez-Iñigo, 1978
 - . *B. iberica* Subías et C. Pérez-Iñigo, 1978

Cosmochthonioidea Grandjean, 1947

Cosmochthoniidae Grandjean, 1947

- Cosmochthonius *s. str.* Berlese, 1910

. *C. foliatus* Subías, 1982

- Phyllozetes Gordeeva, 1978

. *P. emmae* (Berlese, 1910)

Haplochthoniidae v. d. Hammen, 1959

- Haplochthonius Willmann, 1930

. *H. sanctaeluciae* Bernini, 1973

. *H. simplex* Willmann, 1930

Sphaerochthoniidae Grandjean, 1947

- Sphaerochthonius Berlese, 1910

. *S. splendidus* (Berlese, 1904)

Pediculochelidae Lavoipierre, 1946

- Paralycus Womersley, 1944

. *P. pyrigerus* (Berlese, 1905)

Hypochthonioidea Berlese, 1910

Hypochthoniidae Berlese, 1910

- Hypochthonius C. L. Koch, 1835

. *H. luteus* Oudemans, 1917

PARHYPOSOMATA Balogh et Mahunka, 1979

Parhypochthonioidea Grandjean, 1932

Gehypochthoniidae Strenzke, 1963

- Gehypochthonius Jacot, 1936

. *G. rhadamanthus* Jacot, 1936

- MIXONOMATA Grandjean, 1969
- Epilohmannioidea Oudemans, 1923
- Epilohmanniidae Oudemans, 1923
- Epilohmannia Berlese, 1910
- . *E. cylindrica* (Berlese, 1904)
- EUPTYCTYMA Grandjean, 1967
- Euphthiracaroida Jacot, 1930
- Euphthiracaridae Jacot, 1930
- Rhysotritia Märkel et Meyer, 1959
- . *R. ardua* (C.L. Koch, 1841)
- DESMONOMATA Woolley, 1973
- Crotonioidea Thorell, 1876
- Nothridae Berlese, 1896
- Nothrus C. L. Koch, 1835
- . *N. silvestris* Nicolet, 1855
- Camisiidae Oudemans, 1900
- Camisia s. str. v. Heyden, 1826
- . *C. horrida* (Hermann, 1804)
- Nanhermannioidea Sellnick, 1928
- Nanhermanniidae Sellnick, 1928
- Masthermannia Berlese, 1913
- . *M. mammillaris* (Berlese, 1904)
- BRACHYPYLINA Hull, 1918
- PYCNONOTICAE Grandjean, 1954
- Hermannielloidea Grandjean, 1934
- Hermanniellidae Grandjean, 1934
- Hermanniella Berlese, 1908
- . *H. issanielloides* n. sp.

- Gymnodamaeidea Grandjean, 1954
- Aleurodamaeidae Paschoal et Johnston, 1982
- Aleurodamaeus Grandjean, 1954
 - . *A. setosus* (Berlese, 1883)
- Gymnodamaeidae Grandjean, 1954
- Adrodamaeus Paschoal, 1984
 - . *A. hispanicus* (Grandjean, 1928)
 - Arthrodamaeus Grandjean, 1954
 - . *A. reticulatus* (Berlese, 1910)
- Plateremaeoidea Trägårdh, 1931
- Pheroliodidae Paschoal, 1987
- Licnoliodes Grandjean, 1931
 - . *L. adminensis* Grandjean, 1933
- Licnodamaeidae Grandjean, 1954
- Licnodameus Grandjean, 1931
 - . *L. costula* Grandjean, 1931
 - . *L. pulcherrimus* (Paoli, 1908)
 - . *L. undulatus* (Paoli, 1908)
- Damaeidea Berlese, 1896
- Damaeidae Berlese, 1896
- Belba v. Heyden, 1826
 - . *B. corynopus* (Hermann, 1804)
 - Damaeus s. str. C. L. Koch, 1835
 - . *D. flagellifer* Michael, 1890
- Zetochestoidea Michael, 1898
- Zetorchestidae Michael, 1898
- Belorchestes Grandjean, 1951
 - . *B. gebennicus* Grandjean, 1957

- Amerobelboidea Grandjean, 1954
 - Ctenoblebidae Grandjean, 1965
- Ctenobelba Balogh, 1943
 - . *C. pulchellula* n. sp.
- Eremobelbidae Balogh, 1961
- Eremobelba Berlese, 1908
 - . *E. longisetosa* Subías, Ruíz et Kahwash, 1990
- Ameridae Grandjean, 1965
- Amerus Berlese, 1896
 - . *A. troisi* (Berlese, 1883)
- Gustavioidea Oudemans, 1900
 - Liacaridae Sellnick, 1928
- Liacarus (Dorycranosus) Woolley, 1969
 - . *L. (D.) splendens* (Coggi, 1898)
- Xenillidae Woolley et Higgins, 1966
- Xenillus Robineau-Desvoidy, 1839
 - . *X. arilloi* n. sp.
- Carabodoidea C. L. Koch, 1837
 - Carabodidae C. L. Koch, 1837
- Carabodes C. L. Koch, 1835
 - . *C. perezinigo* Salinas, 1971
 - . *C. gregorioi* n. sp.
- Odontocepheus Berlese, 1913
 - . *O. elongatus* (Michael, 1879)
- Tectocepheoidea Grandjean, 1954
 - Tectocepheidae Grandjean, 1954
- Tectocepheus Berlese, 1896
 - . *T. velatus sarekensis* Trägårdh, 1910

- Oppioidea Grandjean, 1951
- Thyrisomidae Grandjean, 1954
- Montizetes Kunst, 1971
 - . *M. abulensis* C. Pérez-Iñigo, 1984
- Autognetidae Grandjean, 1960
- Autogneta Hull, 1916
 - . *A. parva* Forsslund, 1947
 - . *A. penicillum* Grandjean, 1960
- Spinozetidae Balogh, 1972
- Iberoppia C. Pérez-Iñigo, 1986
 - . *I. paradoxa* C. Pérez-Iñigo, 1986
- Machuellidae Balogh, 1983
- Gredosella n. gen.
 - . *G. fraternalis* n. sp.
- Oppiidae Grandjean, 1951
- Paternoppiinae n. subfam.
- Paternoppia n. gen.
 - . *P. andalusicabulensis* n. sp.
- Medioppiinae Subías et Mínguez, 1985
- Discoppia (Cylindroppia) Subías et Rodríguez, 1986
 - . *D. (C.) cylindrica* (C. Pérez-Iñigo, 1965)
- Medioppia Subías et Mínguez, 1985
 - . *M. media* (Mihelčič, 1956)
 - . *M. minidentata* Subías et Rodríguez, 1988
 - . *M. vera* (Mihelčič, 1956)
- Microppia Balogh, 1983
 - . *M. minus* (Paoli, 1908)

- Serratoppia Subías et Mínguez, 1985
 - . *S. intermedia* Subías et Rodríguez, 1988
 - . *S. minima* Subías et Rodríguez, 1988
 - . *S. serrata* (Mihelčič, 1956)
- Oppiellinae Seniczak, 1975
- Berniniella Balogh, 1983
 - . *B. inornata* (Mihelčič, 1957)
 - . *B. intrudens* Subías, Rodríguez et Mínguez, 1987
- Hypogeoppia Subías, 1981
 - . *H. terricola salmanticensis* Morell, 1987
- Lauroppia Subías et Mínguez, 1986
 - . *L. doris* (E. Pérez-Iñigo, 1986)
 - . *L. tenuipectinata* Subías et Rodríguez, 1988
- Moritzoppia Subías et Rodríguez, 1986
 - . *M. unicarinata unicarinatoides* Subías et Rodríguez, 1986
- Oppiella (Oppiella) Jacot, 1936
 - . *O. (O.) nova* (Oudemans, 1902)
- Oxyoppiinae Subías, 1989
- Foraminoppia Arillo et Subías (*in litt.*)
 - . *F. iturrondobeitiae* Arillo et Subías (*in litt.*)
- Oxyoppia (Dzarogneta) Kulijev, 1978
 - . *O. (D.) intermedia* Subías et Rodríguez, 1986
 - . *O. (D.) yepesensis* Muñoz-Mingarro, 1987
- Multioppiinae Balogh, 1983
- Javieroppia Mínguez et Subías, 1986
 - . *J. cervus* Mínguez et Subías, 1986
- Multioppia (Multioppia) Hammer, 1961
 - . *M. (M.) neglecta* C. Pérez-Iñigo, 1969

- Ramusella (Insculptoppia) Subías, 1980
 - . *R. (I.) elliptica* (Berlese, 1908)
 - . *R. (I.) insculpta* (Paoli, 1908)
 - . *R. (I.) subiasi* (Pérez-Iñigo Jr., 1990)
 - . *R. (I.) terricola* Subías et Rodríguez, 1986
- Ramusella (Rectoppia) Subías, 1980
 - . *R. (R.) fasciata* (Paoli, 1908)
 - . *R. (R.) mihelcici* (C. Pérez-Iñigo, 1965)
 - . *R. (R.) rhinina* Subías et Mínguez, 1981
- Ramuselloppia Subías et Rodríguez, 1986
 - . *R. anomala* Subías et Rodríguez, 1986
- Suctobelbidae Jacot, 1938
- Suctobelba Paoli, 1908
 - . *S. trigona* (Michael, 1888)
- Suctobelbella s. str. Jacot, 1937
 - . *S. falcata* (Forsslund, 1941)
 - . *S. perforata* (Strenzke, 1950)
 - . *S. sarekensis* (Forsslund, 1941)
 - . *S. subcornigera* (Forsslund, 1941)
- PORONOTICAE Grandjean, 1954
- Licneremaeoidea Grandjean, 1931
- Licneremaeidae Grandjean 1931
- Licneremaeus Paoli, 1908
 - . *L. licnophorus* (Michael, 1888)
- Scutoverticidae Grandjean, 1954
- Scutovertex Michael, 1879
 - . *S. sculptus* Michael, 1879

Passalozetidae Grandjean, 1954

- Passalozetes s. str. Grandjean, 1932
 - . *P. agricola* Mínguez et Subías, 1983
- Passalozetes (Bipassalozetes) Mihelčič, 1957
 - . *P. (B.) reticulatus* Mihelčič, 1957

Ceratozetoidea Jacot, 1925

Ceratozetidae Jacot, 1925

- Ceratozetes Berlese, 1908
 - . *C. armatus* Mihelčič, 1956
 - . *C. conjunctus* Mihelčič, 1956
 - . *C. laticuspidatus* Menke, 1964
 - . *C. nasutus* Subías, Kahwash et Ruíz, 1990
 - . *C. obtusus* Mihelčič, 1956
 - . *C. simulator* C. Pérez-Iñigo, 1970

Trichoribatidae Shaldybina, 1966

- Trichoribates Berlese, 1910
 - . *T. trimaculatus* (C.L. Koch, 1836)

Chamobatidae Thor, 1938

- Chamobates Hull, 1916
 - . *Ch. schuetzi* (Oudemans, 1902)

Galumnoidea Jacot, 1925

Galumnidae Jacot, 1925

- Allogalumna Grandjean, 1936
 - . *A. alamellae* (Jacot, 1935)
 - . *A. subaequalis* Mihelčič, 1956

Oripodoidea Jacot, 1925

Protoribatidae J. et P. Balogh, 1984

- Liebstadia Oudemans, 1906
 - . *L. microptera* (Mihelčič, 1957)

- Protoribates Berlese, 1908
 - . *P. capucinus* Berlese, 1908
- Transoribates C. Pérez-Iñigo, 1992
 - . *T. lagenula* (Berlese, 1904)

Haplozetidae Grandjean, 1936
- Lauritzenia (Incabates) Hammer, 1961
 - . *L. (I.) pallidus* (Mihelčič, 1956)
- Peloribates Berlese, 1908
 - . *P. europaeus* Willmann, 1935

Oribatulidae Thor, 1929
- Oribatula *s. str.* Berlese, 1895
 - . *O. tibialis* (Nicolet, 1835)
- Oribatula (Zygoribatula) Berlese, 1916
 - . *O. (Z.) exarata* Berlese, 1917
- Pseudoppia C. Pérez-Iñigo, 1966
 - . *P. interrupta* (Jeleva, 1962)

Hemileiidae J. et P. Balogh, 1984
- Hemileius *s. str.* Berlese, 1916
 - . *H. initialis* (Berlese, 1908)
 - . *H. robustus* C. Pérez-Iñigo, 1969

Scheloribatidae Grandjean, 1933
- Scheloribates Berlese, 1908
 - . *S. fimbriatus* Thor, 1930
- Topobates Grandjean, 1958
 - . *T. holsaticus* Weigmann, 1969

PUBLICACION 2

Estudio faunístico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de un sector de la cara Sur de la Sierra de Gredos (Avila).

J. Gil-Martín & L. S. Subías. *Bol. Asoc. esp. Ent.*

1.- INTRODUCCION

Con el objeto, (1) de ampliar el conocimiento de la fauna de Acaros Oribátidos de la Sierra de Gredos y (2) de observar el impacto que sufrían tras el incendio de los suelos en que habitan y la recuperación que experimentaban sus poblaciones con la regeneración del ecosistema quemado (a la que ellos debían contribuir), se planteó en el año 1992 un estudio de los suelos de pinares incendiados de un sector, bioclimáticamente homogéneo, de la vertiente Sur de la Sierra de Gredos en la Provincia de Avila.

Para este estudio se seleccionaron para su muestreo un total de veinte localidades: (1) dieciocho zonas de pinar incendiadas de diferentes tamaños y edades, en las que se muestreó por separado la periferia y el centro del incendio, analizándose igualmente por separado de cada muestra así tomada la porción superficial y la profunda, y (2) dos zonas blanco, que no habían sufrido incendios al menos en los últimos cien años. Las localidades objeto de este estudio que se referirán en el apartado de resultados con su nombre en clave o abreviado, vienen caracterizadas en ITURRONDOBEITIA *et* GIL-MARTIN, *in litt.*

La fauna invertebrada en general de la Sierra de Gredos, es en la actualidad bastante pobremente conocida, habiéndose estudiado únicamente y de modo parcial algunos grupos de insectos (como Colémbolos, Odonatos, Ortópteros, Heterópteros, Homópteros, Coleópteros, Himenópteros, Dípteros y Lepidópteros), y permaneciendo casi completamente desconocidos los demás grupos de insectos, el resto de artrópodos y todos los demás invertebrados no artrópodos. Llama especialmente la atención este relativo abandono, porque su posición nada marginal o extrema dentro de la Península hacían de Gredos un lugar muy accesible, y porque el interés de su fauna por su importante diversidad y excepcionalidad es conocido desde antiguo, ya que han sido frecuentes los trabajos que han sacado a la luz, de manera aislada, la existencia de algún artrópodo endémico de esta Sierra.

Los Acaros Oribátidos no han sido menos que el resto de grupos artropodianos, siendo pocos y sobre todo muy localizados los estudios realizados en Gredos con este grupo como objetivo. Así, lo que se había realizado hasta el año 1992 sobre Oribátidos de Gredos, era: (1) la descripción individualizada de alguna nueva especie aparecida en muestras de suelo de este área, (2) la cita en diversos trabajos generales de la Península Ibérica o la Cordillera Central de alguna decena de especies aparecidas en muestras de alguna localidad de Gredos, y (3) la aportación de otras 37 citas más en un trabajo de la localidad de Piedralaves (ver SUBIAS *et* GIL-MARTIN, *in litt.*). Como se observa, no se ha realizado ningún trabajo específico de este área relativamente exhaustivo, ni por la entidad de la zona muestrada ni por la intensidad de muestreo.

El presente trabajo, como se indicó al principio, tiene como uno de sus objetivos contribuir a incrementar el conocimiento de los Oribátidos de la Sierra de Gredos, por lo que los resultados faunísticos aquí obtenidos, y expuestos en el apartado correspondiente, han de interpretarse en parte como contribución a este fin.

Así, en este trabajo, y tras la referencia al "material y métodos", se ofrece: (1) el número total de taxones y ejemplares encontrados, y la significación de aquellos que han resultado nuevo taxón o nueva cita, (2) el listado completo de especies, con todo un conjunto de información sobre cada una de ellas que luego será objeto de análisis, y (3) el comentario de aquellas especies que presentan algún rasgo o significado especial; y a continuación, y tomando como base la información del listado, se realiza el análisis global de resultados, (4) por grupos filéticos, (5) por dimensiones y bioforma, y (6) por frecuencia y abundancia.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

Para el análisis de las dimensiones y biometría de los Acaros Oribátidos surgidos en este estudio, se han seguido los criterios establecidos por RUIZ *et al.* (1986) con el mismo objeto en el estudio de una zona de eriales de cultivo de la Provincia de Madrid. Así, se han considerado en función de uno de los componentes de la dimensión de una especie, la longitud, cuatro categorías de carácter numérico -a las que nosotros aquí además asignaremos una denominación valorativa-: menor de 250 μm (pequeña), entre 250 y 400 μm (mediana), entre 400 y 600 μm (medio-grande), y mayor de 600 μm (grande). Y se han considerado en función de la relación longitud-anchura (bioforma), cociente entre esas dos variables que da como resultado un coeficiente cuyos valores estarían entre 1 -redonda- y 4 -cuatro veces más larga que ancha- (aunque estos valores extremos no llegan a alcanzarse), cinco categorías de carácter numérico -a las que aquí se asigna también una denominación valorativa-: menor de 1,5 (redondeada), entre 1,5 y 2 (media), entre 2 y 2,5 (medio-alargada), entre 2,5 y 3 (alargada), y mayor de 3 (muy alargada).

Para el análisis de la bioforma, y siguiendo también el criterio de RUIZ *et al.* (*op. cit.*), dada la especial morfología que presentan las especies pertenecientes a determinadas familias de Oribátidos que nos han surgido en este estudio -aplastados lateralmente, y por tanto más altos que anchos, y con el prodorso cerrado como un hoja de navaja sobre el notogáster-, como Protoplophoridae Ewing, 1917 y Euphthiracaridae Jacot, 1930, se han tenido en cuenta en los recuentos y balances sólo las 109 especies que presentaban la forma normal y más generalizada.

Para el análisis de la frecuencia y la abundancia totales de cada especie en la zona objeto de estudio, se han tenido en cuenta todas las localidades muestreadas, tanto áreas incendiadas como blancos, por lo que los resultados que de ese análisis se derivarán serán generales para la fauna oribatológica de esa zona de la cara Sur de Gredos. La valoración de las especies más características, dominantes, etc. de cada tipo de localidad o situación, según la edad y extensión de la zona incendiada -y también de los blancos-, se realiza en otro trabajo.

Ante la escasez de referencias y diversidad de patrones, sobre cálculo y consideración de frecuencias y abundancias "totales" de las especies en los diferentes estudios consultados (MINGUEZ, 1981; SALOÑA *et* ITURRONDOBEITIA, 1988; MUÑOZ-MINGARRO, 1992), aunque estos parámetros han sido utilizados de manera generalizada en el análisis particularizado y caracterización de la fauna de los diferentes medios -localidades o muestras- que se contemplaban en cada estudio, se han utilizado aquí criterios de análisis concebidos originalmente para nuestro estudio -si bien adaptando el patrón general aportado por otros autores-, especialmente en el establecimiento de los límites numéricos de los intervalos que definen las diferentes clases o categorías. No obstante, la nomenclatura empleada en la significación de los diferentes tipos de abundancia y frecuencia, en general, ha sido utilizada con anterioridad con semejante sentido por otros especialistas.

La frecuencia de aparición de una especie, es un índice que resulta del cociente entre el número de muestras en que aparece esa especie y el número total de muestras analizadas en el estudio, expresado en valor porcentual. Así, la fórmula empleada para el cálculo del índice de frecuencia total de la especie *i* (Fr_i) sería:

$$Fr_i = \frac{n_i}{n_t} \times 100$$

donde n_i es el número de muestras en que aparece la especie *i*, y n_t es el número total de muestras del estudio.

Se han establecido para el análisis de frecuencias totales de las especies en este estudio, cuatro clases, en las que se sintetizan mediante su agrupamiento por intervalos los valores de los índices que se han obtenido de manera individual para cada especie. A cada una de estas clases se le ha asignado una denominación, que indica una valoración comprensible de la frecuencia. A continuación se expone el patrón concebido para la interpretación de la frecuencia total.

<u>Clases</u>	<u>Denominación</u>
< 3	Rara
3 - 9	Poco frecuente
9 - 25	Frecuente
> 25	Muy frecuente

La abundancia total de una especie, es un índice que resulta del cociente entre el número de individuos que nos aparecen de una especie y el número total de individuos de todas las especies obtenido en el muestreo, expresado en valor porcentual. Así, la fórmula empleada para el cálculo del índice de abundancia total de la especie *i* (Ab_i) sería:

$$Ab_i = \frac{n_i}{n_t} \times 100$$

donde n_i es el número de ejemplares de la especie i , y n_t es el número total de ejemplares del estudio

Se han establecido cinco clases de abundancia, en las que se agrupan por intervalos los valores de los índices obtenidos para cada especie, a las que se ha asignado una denominación valorativa. A continuación se expone el patrón utilizado para el análisis de la abundancia.

<u>Clases</u>	<u>Denominación</u>
< 0,1	Esporádica u ocasional
0,1- 1	Escasa o poco abundante
1 - 3	Medio abundante
3 -10	Abundante
> 15	Muy abundante

3.-RESULTADOS Y DISCUSION

Como resultado del análisis de las 36 muestras (separadas en 72 unidades de muestra) tomadas en las 20 localidades de muestreo seleccionadas (entre zonas incendiadas y blancos), se han obtenido y determinado 1.912 ejemplares adultos de Acaros Oribátidos, que pertenecen a 111 especies diferentes de 74 géneros, encuadrados en 47 familias. De forma anexa a este trabajo, se ofrece en su parte final una tabla con el número de ejemplares totales de toda la fauna del suelo detectada en el análisis de las muestras, entre la que destacan además los 600 inmaduros de Oribátidos -larvas y estados ninfales- y los 3.537 Acaros no Oribátidos -Actinedida, Acaridida y Gamasida- (Anexo).

Hasta el presente trabajo, se podía extraer de la bibliografía la cita de 74 especies de Oribátidos para la Sierra de Gredos (ver referencia bibliográficas concretas en SUBIAS et GIL-MARTIN, *in litt.*) y 87 para toda la Provincia de Avila, aportándose, por tanto, con el presente trabajo como nuevas citas para Gredos 87 especies y para Avila 79.

Además, (1) una especie -y su género- se citan aquí por primera vez para la Península Ibérica, *Masthermannia mammillaris* (Berlese, 1904), especie cosmopolita subtropical citada con anterioridad únicamente del Mediterráneo Occidental en el Sureste de Francia por LIONS (1978) -tras la descripción original como *Angelia mammillaris* del Noroeste de Italia (BERLESE, 1904)- y, muy recientemente, de Macaronesia (Gran Canaria, Islas Canarias)

por PEREZ-IÑIGO et PEÑA (1996), y (2) una subfamilia, dos géneros y siete especies han resultado ser nuevos para la Ciencia, describiéndose en trabajos aparte (que se refieren a continuación) y ofreciéndose aquí con el nombre que se les ha asignado: *Paternoppiinae* n. subfam. y *Paternoppia andalusicabulensis* n. gen., n. sp. (en GIL-MARTIN et al., in litt.-1-), *Gredosella fraternalis* n. gen., n. sp. (en GIL-MARTIN et al., in litt.-2-), y *Brachychthonius amistosus* n. sp., *Hermanniella issanielloides* n. sp., *Ctenobelba pulchellula* n. sp., *Xenillus arilloi* n. sp., *Carabodes gregorioi* n. sp. (en GIL-MARTIN et SUBIAS, in litt.).

Hasta ahora, eran dos las especies endémicas, aparecidas exclusivamente en la Sierra de Gredos, *Motinzetes abulensis* C. Pérez-Iñigo, 1984 e *Iberoppia paradoxa* C. Pérez-Iñigo, 1986, si bien revisados ejemplares de la Colección de Acaros Oribátidos del Departamento de Biología Animal I de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, a la primera especie citada también se la ha encontrado en muestras de otras zonas de la Península Ibérica: en las localidades españolas de Figueirido (Pontevedra), Canda (Orense), Valdezcaray (Logroño) y Guadalupe (Cáceres), y en una localidad del Centro de Portugal. Por ello, con el resultado del presente estudio, se suman a *I. paradoxa* siete especies más -actualmente- exclusivas de Gredos, con lo que se incrementa de un modo importante el conocimiento de la fauna oribatológica endémica de la zona.

A continuación se expone el listado completo ordenado sistemáticamente, de las especies de Oribátidos encontradas en el muestreo de los pinares incendiados de un sector de la cara Sur de la Sierra de Gredos. La información en él ofrecida guarda el siguiente orden: (1º) nombre completo de la especie, (2º) abreviatura con que se la identificará en los estudios ecológicos, (3º) dimensiones exactas, (4º) número de ejemplares, y (5º) muestra en que apareció -los puntos 3º y 4º por cada muestra en que aparece la especie-. En los casos en que aparece de una especie más de un ejemplar y con diferentes dimensiones,

se ofrecen también las dimensiones medias de la especie -deducidas de este estudio-(60), y en los casos en que aparece una especie en diferentes muestras, se ofrece también el número total de ejemplares colectados de esa especie (70), en ocasiones con otro número tras una flecha, que indica los ejemplares que se han montado en preparaciones semipermanentes con líquido de Hoyer. Finalmente, se muestra en las dos últimas columnas el índice de frecuencia (80) y abundancia (90) globales de cada una de las especies en la zona objeto de estudio.

<u>ABREV.</u>	<u>DIMENSIONES (LONG. x ANCH.)</u>		<u>Nº EJ.</u>	<u>MUESTRA</u>	<u>FR</u>	<u>AB</u>
- <i>Beklemishevia galeodula</i> Zachvatkina, 1945						
bga	244	x 106	µm 1 ej.	P2CS	1,4	0,05
- <i>Aphelacarus acarinus</i> (Berlese, 1910)						
aac	275-337.5	x 100-125	µm 30 ej.	BL1S		
	325	x 100	1	BL1P		
	300-387.5	x 112.5-125	6	BL2S		
	350-362.5	x 112.5	4	SC2S		
	287.5-340	x 112.5-125	30	SC3S		
	350-400	x 125-137.5	6	G3PS		
	325-412.5	x 112.5-131	8	G3CS		
	312.5-344	x 87.5-125	8	V1CS		
	337.5-412	x 112-137.5	3	V1PS		
	375-387.5	x 125-137.5	7	P1CS		
	350-362.5	x 112.5-125	2	P1PS		
	381-400	x 125	2	H2CS		
	387.5	x 125	2	H2PP		
	312.5	x 110	1	H1PS		
	350-369	x 112.5-131	7	C2PS		
	400	x 125-137.5	11	P3CS		
	350-400	x 119-137.5	6	P2CS		
	350	x 125	1	G2PS		
	387.5	x 137.5	1	C1CS		
	344	x 112,5	136 → 5		26,4	7,12
- <i>Brachychthonius impresus</i> Moritz, 1976						
bim	175	x 87.5	µm 1 ej.	C1CS	1,4	0,05
- <i>Brachychthonius parahirtus</i> Subías et Gil, 1991						
bpa	175	x 62.5	µm 1 ej.	G1PP	1,4	0,05
- <i>Brachychthonius pseudoimmaculatus</i> Subías et Gil, 1991						
bps	162.5	x 75	µm 2 ej.	SC3S	1,4	0,1
- <i>Brachychthonius amistosus</i> n. sp.						
bam	150	x 81	µm 1 ej.	P1CS		
	169	x 75	1	G2CS		
	187.5	x 75	1	G1CP		
	169	x 78	3		4,2	0,16

- <i>Liochthonius brevis</i> (Michael, 1888)								
lbr	187.5	x 112.5	µm	1 ej.	C1PS	1,4	0,05	
- <i>Liochthonius leptaleus</i> Moritz, 1976								
lle	162.5	x 87.5	µm	1 ej.	P2CS	1,4	0,05	
- <i>Liochthonius strenzkei</i> Forsslund, 1963								
lst	175	x 100	µm	5 ej.	P2PS			
	168.5-175	x 100-106		5	P2PP			
	172	x 103		10 → 2		2,8	0,52	
- <i>Sellnickochthonius cricoides</i> (Weis-Fogh, 1948)								
scr	150	x 70	µm	1 ej.	S4CP	1,4	0,05	
- <i>Sellnickochthonius jacoti</i> (Evans, 1952)								
sja	150	x 75	µm	1 ej.	P2CP			
	162.5	x 75		1	A1CP			
	150	x 75		1	A1PP			
	156	x 75		3 → 1		4,2	0,16	
- <i>Sellnickochthonius meridionalis</i> (Bernini, 1973)								
sme	152	x 75	µm	1 ej.	A1CP	1,4	0,05	
- <i>Bursoplophora iberica</i> Subías et C. Pérez-Iñigo, 1978								
bib	100	+ 137.5	µm	1 ej.	V1CS			
	94-100	+ 137.5-150		6	V1PS			
	86-94	+ 125-137.5		8	V1PP			
	93	+ 137.5		15 → 4		4,2	0,78	
- <i>Cosmochthonius (Cosmochthonius) foliatus</i> Subías, 1982								
cfo	275-294	x 150-156	µm	2 ej.	SC2S			
	287.5	x 150		1	V1PS			
	287.5	x 150-156		6	P1CS			
	300	x 156		1	H2PS			
	287-293.5	x 150-156		3	C1CS			
	287.5	x 153		13 → 3		6,9	0,68	
- <i>Phyllozetes emmae</i> (Berlese, 1910)								
pem	250	x 94	µm	1 ej.	SC3S			
	237.5	x 87.5		1	P1CS			
	225	x 106		1	A1CP			
	225	x 87.5		1	S4CS			
	237.5	x 97		4 → 1		5,5	0,2	
- <i>Haplochthonius sanctaeluciae</i> Bernini, 1973								
hsa	287.5	x 137.5	µm	1 ej.	SC3S	1,4	0,05	

- <i>Haplochthonius simplex</i> Willmann, 1930									
hsi	300-312.5	x 137.5-150	µm	3 ej.	C1PS				
	306	x 144					1,4	0,16	
- <i>Sphaerochthonius splendidus</i> (Berlese, 1904)									
ssp	287.5	x 169	µm	1 ej.	SC2S				
	262.5-287	x 175-187.5		14	V1PP				
	275-300	x 150-162.5		4	P1CS				
	287.5	x 162.5		1	H1PS				
	231	x 162.5		1	A1PP				
	265.5	x 175		21 → 4			6,9	1,1	
- <i>Paralycus pyrigerus</i> (Berlese, 1905)									
ppy	231-237.5	x 50-62.5	µm	3 ej.	BL1S				
	225	x 62.5		4	SC3S				
	237.5-250	x 75		3	V1PS				
	175	x 50		1	V1PP				
	212.5	x 69		1	G1CP				
	212.5	x 62.5		12 → 4			6,9	0,63	
- <i>Hypochthonius luteus</i> Oudemans, 1917									
hlu	537.5-562	x 300	µm	2 ej.	E1PS				
	556-562.5	x 287.5-300		6	E1PP				
	587.5	x 319		1	A1PP				
	562.5	x 303		9 → 4			4,2	0,47	
- <i>Gehypochthonius rhadamanthus</i> Jacot, 1936									
grh	262.5	x 87.5	µm	1 ej.	G3CP				
	262.5	x 87.5		11	C2CP				
	219-250	x 81-87.5		4	P2CP				
	300	x 100		1	P2PS				
	269	x 94		3	P2PP				
	225-244	x 94-100		3	G1CP				
	259.5	x 90.5		23 → 1			8,3	1,2	
- <i>Epilohmannia cylindrica</i> (Berlese, 1904)									
ecy	475	x 169	µm	1 ej.	BL1P				
	412.5-512	x 175-206		4	SC2P				
	462.5	x 212.5		1	G3PP				
	450	x 187.5		1	P1CP				
	412.5-500	x 175-200		3	P1PP				
	475-537.5	x 187.5-250		3	H2PP				
	600	x 250		1	H1CP				
	512.5	x 218.75		1	C2CS				
	387.5-625	x 150-244		28	C2CP				
	594	x 231		1	C2PP				
	425	x 150		1	P3CS				
	487.5	x 212.5		1	P2CS				
	450-500	x 150-187.5		2	P2CP				
	450	x 150		1	C1CP				
	462.5	x 137.5		1	S4CP				
	506	x 200		50			20,8	2,62	

-	<i>Rhysotritia ardua</i> (C.L. Koch, 1841)							
	rar	237.5	+ 512.5	µm	1 ej.	C1PS	1,4	0,05
-	<i>Nothrus silvestris</i> Nicolet, 1855							
	nsi	819	x 406	µm	1 ej.	P1CP	1,4	0,05
-	<i>Camisia horrida</i> (Hermann, 1804)							
	cho	1000	x 562.5	µm	1 ej.	G3PS	1,4	0,05
-	<i>Masthermannia mammillaris</i> (Berlese, 1904)							
	mma	394	x 181	µm	1 ej.	G3CP		
		512.5	x 212.5		1	P2PP		
		453	x 197		2		2,8	0,1
-	<i>Hermanniella issanielloides</i> n. sp.							
	his	544-575	x 325-350	µm	2 ej.	G1CS		
		575-612.5	x 325-350		6	G1CP		
		578	337.5		8		2,8	0,42
-	<i>Aleurodamaeus setosus</i> (Berlese, 1883)							
	ase	537.5-587	x 350-387.5	µm	2 ej.	C2PS		
		625	x 387.5		1	C1CS		
		581	x 369		3 → 2		2,8	0,16
-	<i>Adrodamaeus hispanicus</i> (Grandjean, 1928)							
	ahi	587.5	x 400	µm	1 ej.	G1CP	1,4	0,05
-	<i>Arthrodamaeus reticulatus</i> (Berlese, 1910)							
	are	550	x 294	µm	1 ej.	C2CS	1,4	0,05
-	<i>Licnoliodes adminensis</i> Grandjean, 1933							
	lad	350-370	x 162.5-175	µm	3 ej.	G3CS		
		331-350	x 162.5-169		2	H2CP		
		350.5	x 169		5 → 2		2,8	0,26
-	<i>Licnodamaeus costula</i> Grandjean, 1931							
	lco	250	x 112.5	µm	2 ej.	G3CS		
		237.5	x 110		1	G3CP		
		250-262.5	x 119-125		7	P1CS		
		250	x 112.5		1	H1CS		
		262.5	x 125		1	H1PS		
		250	x 117.5		12 → 4		6,9	0,63
-	<i>Licnodamaeus pulcherrimus</i> (Paoli, 1908)							
	lpu	262.5	x 125	µm	1 ej.	G3CS		
		262.5	x 137.5		1	G3CP		
		262.5	x 131		2		2,8	0,1

- <i>Licnodamaeus undulatus</i> (Paoli, 1908)								
lun	262.5	x 112.5	µm	1 ej.	G3CS			
	256-262.5	x 112.5-119		3	G3CP			
	256-262.5	x 112.5-125		3	V1PP			
	262.5	x 125		4	H2CS			
	269-275	x 112.5-131		3	H2CP			
	262.5	x 125		1	H1PS			
	262.5-275	x 112.5-119		5	A1CP			
	256-262.5	x 112.5-125		4	A1PP			
	237.5-250	x 112.5-119		2	G1CP			
	256	x 122		26 → 2		12,5	1,36	
- <i>Belba corynopus</i> (Hermann, 1804)								
bco	675	x 412.5	µm	2 ej.	C1PS	1,4	0,1	
- <i>Damaeus (Damaeus) flagellifer</i> Michael, 1890								
df1	762.5	x 500	µm	1 ej.	G1CP	1,4	0,05	
- <i>Belorchestes gebennicus</i> Grandjean, 1957								
bge	350	x 212.5	µm	1 ej.	A1CP	1,4	0,05	
- <i>Ctenobelba pulchellula</i> n. sp.								
cpu	456	x 237.5	µm	1 ej.	V1CP	1,4	0,05	
- <i>Eremobelba longisetosa</i> Subías, Ruíz et Kahwash, 1990								
elo	375	x 200	µm	1 ej.	P2CP	1,4	0,05	
- <i>Amerus troisi</i> (Berlese, 1883)								
atr	750-812.5	x 387-437.5	µm	2 ej.	C1PP			
	781	x 412				1,4	0,1	
- <i>Liacarus (Dorycranosus) splendens</i> Berlese, 1904								
lsp	662.5	x 387.5	µm	1 ej.	C1CS	1,4	0,05	
- <i>Xenillus arilloi</i> n. sp.								
xar	775-1000	x 487.5-625	µm	2 ej.	E1PS			
	887.5	x 556				1,4	0,1	
- <i>Carabodes perezizigoi</i> Salinas, 1971								
cpe	462.5-481	x 262.5-275	µm	2 ej.	P1CS			
	425-550	x 237.5-337		12	P1CP			
	462.5	x 275		1	H1CP			
	431-506	x 244-294		2	C2CP			
	437.5-444	x 250-256		2	C1CP			
	437.5-532	x 237.5-312		7	C1PP			
	487.5	x 287		26 → 6		8,3	1,36	

- *Carabodes gregorioi* n. sp.

cgr	325-400	x 150-175	µm	3 ej.	G3PP		
	331.5-400	X 156-187.5		7	P1CS		
	225-412.5	x 162.5-200		9	P1CP		
	350	x 162.5		1	P1PP		
	325-356	x 150-169		2	H2CP		
	387.5	x 181		1	G4PS		
	212.5-362	x 150-175		8	C1CP		
	312-387.5	x 150-187.5		12	C1PP		
	<hr/>						
	312.5	x 175		43 → 2		11,1	2,25

- *Odontocepheus elongatus* (Michael, 1879)

oel	537.5	x 237.5	µm	1 ej.	V1PP	1,4	0,05
-----	-------	---------	----	-------	------	-----	------

- *Tectocepheus velatus sarekensis* Trägårdh, 1910

tve	287.5	x 150-162.5	µm	2 ej.	SC2S		
	306	x 162.5		1	G3CS		
	287.5	x 162.5		4	G3CP		
	294	x 169		1	P1CS		
	275-294	x 150-156		4	H1CS		
	287.5	x 162.5		1	H1CP		
	287.5	X 162.5		1	H1PS		
	300	x 100		1	G4PS		
	290	x 162.5		1	C2PS		
	300-337.5	x 162.5-212.5		34	P2PS		
	275-300	x 169		2	A1PP		
	300	x 169		1	G2PP		
	287-312.5	x 156-175		3	G1CP		
	325-337.5	x 194-200		2	S1PS		
	356	x 212.5		2	P2PP		
	<hr/>						
	315.5	x 156		60 → 6		20,8	3,14

- *Montizetes abulensis* C. Pérez-Iñigo, 1984

mab	494-500	x 281-300	µm	2 ej.	G3CP		
	487.5	x 250		1	H1CP		
	<hr/>						
	494	x 275		3 → 1		2,8	0,16

- *Autogneta parva* Forsslund, 1947

apa	300	x 150	µm	1 ej.	E1PP		
	237.5	x 112.5		1	G1CP		
	250	x 125		1	G1PS		
	237.5	x 112.5		1	G1PP		
	<hr/>						
	269	x 131		4		5,5	0,2

- *Autogneta penicillum* Grandjean, 1960

ape	294-300	x 137.5-150	µm	5 ej.	C2CP		
	<hr/>						
	297	x 144				1,4	0,26

- <i>Iberoppia paradoxa</i> C. Pérez-Iñigo, 1986						
ipa	269	x 131	µm	1 ej.	BL1P	
	275-281	x 112.5-125		3	G3PP	
	269	x 150		1	G3CP	
	275	x 125		1	P1PP	
	275	x 125-137.5		2	C2CP	
	275	x 125		1	P3CP	
	275	x 112.5		1	P3PP	
	262.5-287	x 125-137.5		2	C1CP	
	275	x 131		12 → 3		11,1 0,63
- <i>Gredosella fraternalis</i> n. gen., n. sp.						
gfr	162.5	x 75	µm	1 ej.	P2CP	1,4 0,05
- <i>Paternoppia andalusicabulensis</i> n. subfam., n. gen., n. sp.						
pan	150	x 81	µm	1 ej.	C1PP	1,4 0,05
- <i>Discoppia (Cylindroppia) cylindrica</i> (Pérez-Iñigo, 1965)						
dcy	206	x 94	µm	1 ej.	P3CS	
	219-225	x 94		2	S1CS	
	225	x 100		1	S1PS	
	225	x 100		1	P2CP	
	187.5	x 100		1	A1PP	
	206	x 97		6 → 2		6,9 0,31
- <i>Medioppia media</i> (Mihelčič, 1956)						
mme	312.5-325	x 137-162.5	µm	2 ej.	G3PP	
	300-319	x 162.5-169		6	G3CP	
	287.5	x 150		1	V1PP	
	269-287.5	x 144-150		5	E1PS	
	262.5-288	x 112.5		18	E1PP	
	325-331	x 150-162.5		2	C2CS	
	312.5-350	x 156-194		5	C2CP	
	275	x 162.5		1	C2PP	
	300	x 162.5		1	A1PP	
	312.5	x 162.5		1	G2CP	
	287.5-312	x 137.5-169		5	G2PP	
	312-362.5	x 156-206		13	G1CP	
	300	x 137.5		1	G1PS	
	381	x 187.5		1	G1PP	
	282-300	x 156-162.5		19	C1PP	
	322	x 159		81 → 10		20,8 4,24
- <i>Medioppia minidentata</i> Subías et Rodríguez, 1988						
mmi	300-312.5	x 150-169	µm	3 ej.	BL1P	
	306	x 159.5				1,4 0,16
- <i>Medioppia vera</i> (Mihelčič, 1956)						
mve	250	x 125	µm	1 ej.	A1PP	1,4 0,05

- *Microppia minus* (Paoli, 1908)

mmn			μm	ej.	
187.5	x	81.25		1	G3PS
175	x	82-87.5		4	G3CP
175	x	69		1	V1PS
175	x	69		1	V1PP
175	x	81		1	P1CS
175	x	69		1	P1CP
169	x	75		1	H1CP
175-187.5	x	75-81		7	E1PS
175-187.5	x	75-81		19	E1PP
175	x	69		2	C2CP
169	x	62.5		1	P3CP
169	x	62.5		1	P3PP
175	x	75-81		2	S1PS
156-200	x	75-87.5		2	P2CS
162.5	x	75		22	P2CP
169	x	75		1	P2PP
169-175	x	75		4	A1CS
175	x	75-81		15	G2CP
175	x	87.5		1	G2PP
175	x	75		1	G1CP
169-187.5	x	75-94		2	G1PP
162.5-175	x	75		21	C1CP
175	x	75		6	C1PP

181 x 75 117 31,9 6,13

- *Serratoppia intermedia* Subías et Rodríguez, 1988

sin			μm	ej.	
237.5-244	x	132-137.5		9	BL1P
244-257	x	125-132		7	BL2P
237.5-250	x	125		39	SC2S
237.5-256	x	119-137.5		22	SC2P
225-256	x	112.5-119		2	G3PP
225	x	125		20	G3CP
237.5-250	x	132-137.5		16	V1CP
250	x	127		3	P1CS
237.5	x	125		1	P1PS
250	x	131		2	P1PP
237-262.5	x	125		2	H2PP
262.5-275	x	132-137.5		6	E1CP
237.5-250	x	125		2	C2CP
237.5	x	119		1	S1CP
237.5-250	x	125		3	P2CS
250	x	137.5		3	P2CP
237.5	x	106-112.5		17	A1CP
225-237.5	x	119-125		2	A1PP
212.5-269	x	132-150		5	G2CP
237.5-244	x	125-132		2	G2PP
237.5-250	x	125		2	G1CP
225	x	106		1	G1PS
225-250	x	125-137.5		6	C1CS
237.5-250	x	125-132		38	C1CP

250 x 131 211 → 5 33,3 11,5

- <i>Serratoppia minima</i> Subías et Rodríguez, 1988							
smi	219	x 125	µm	1 ej.	E1CP		
	187.5	x 100		1	C2CP		
	203	x 112.5		2		2,8	0,1
- <i>Serratoppia serrata</i> (Mihelčič, 1956)							
sse	250-262.5	x 137.5-144	µm	31 ej.	C1PP		
	256	x 141				1,4	1,62
- <i>Berniniella inornata</i> (Mihelčič, 1957)							
bin	231	x 112.5	µm	1 ej.	BL2P		
	200	x 94		1	SC2P		
	212.5	x 112.5		1	E1PP		
	225	x 100		1	G4PS		
	200-212.5	x 100-107		6	G2CP		
	200	x 94-100		3	G2PP		
	219-225	x 100-107		17	G1CP		
	162.5	x 87.5		1	C1CS		
	197	x 100		31 → 6		11,1	1,62
- <i>Berniniella intrudens</i> Subías, Rodríguez et Mínguez, 1987							
bit	200	x 100	µm	1 ej.	BL1P		
	206	x 100		2	SC2S		
	175-200	x 87.5-100		5	SC2P		
	200	x 100		1	G3CP		
	200-206	x 87.5-100		2	P1CS		
	212.5	x 94		1	H2PS		
	187.5	x 100		1	C2CP		
	194	x 87.5		1	C2PP		
	212.5	x 112.5		2	S1PS		
	194-200	x 87.5-100		7	G2CP		
	175-187.5	x 94		4	G2PP		
	212.5	x 87.5		1	G1CS		
	194	x 94		1	C1CS		
	187.5-200	x 87.5		20	C1CP		
	187-212.5	x 82-87.5		5	C1PP		
	194	x 97		54 → 10		20,8	2,83
- <i>Hypogeoppia terricola salmanticensis</i> Morell, 1987							
hte	200	x 87.5	µm	1 ej.	A1CP	1,4	0,05
- <i>Lauroppia doris</i> (E. Pérez-Iñigo, 1986)							
ldo	269-282	x 156-169	µm	6 ej.	BL1P		
	287.5-294	x 162.5		2	P2CP		
	275-287.5	x 150-162.5		14	G1CP		
	312.5	x 150		1	G1PP		
	291	x 159.5		23 → 3		5,5	1,2
- <i>Lauroppia tenuipectinata</i> Subías et Rodríguez, 1988							
lte	287.5	x 150	µm	1 ej.	E1PP	1,4	0,05

- <i>Moritzoppia unicarinata unicarinatoides</i> Subías et Rodríguez, 1986						
mun	319	x 184	µm	1 ej.	G4PS	
	300	x 144		1	G1CS	
	287.5	x 162.5		2	G1CP	
	275	x 156		1	C1PP	
	<hr/>			<hr/>		
	297	x 164		5 → 2		5,5 0,26
- <i>Opiella (Opiella) nova</i> (Oudemans, 1902)						
ono	287.5	x 137.5	µm	1 ej.	G3PP	
	287.5	x 137.5		1	P1CP	
	219-225	x 106		2	P3PP	
	225	x 119		1	P2PS	
	237.5-250	x 112.5		2	G1CP	
	<hr/>			<hr/>		
	253	x 122		7		6,9 0,37
- <i>Foraminoppia iturrondobeitiae</i> Arillo et Subías (in litt.)						
fit	200-212.5	x 82-87.5	µm	2 ej.	G2PP	
	200-225	x 94-100		8	C1CP	
	212.5-225	x 75-87.5		5	C1PP	
	<hr/>			<hr/>		
	212.5	x 87.5		15		4,2 0,78
- <i>Oxyoppia (Dzarogneta) intermedia</i> Subías et Rodríguez, 1986						
oin	275-294	x 144-150	µm	2 ej.	C2CP	
	225	x 125		1	C2PP	
	275-300	x 150-162.5		3	P2PP	
	300	x 156		1	G1CP	
	275	x 144		1	S4CP	
	262.5-300	x 125-150		17	G2CP	
	<hr/>			<hr/>		
	262.5	x 144		25 → 5		8,3 1,3
- <i>Oxyoppia (Dzarogneta) yepesensis</i> Muñoz-Mingarro, 1987						
oye	237.5	x 112.5	µm	1 ej.	G3PP	
	212.5-275	x 113-137.5		4	G3CP	
	237.5	x 125		1	H2CP	
	250	x 119		1	P3PP	
	237.5	x 125		18	P2CP	
	<hr/>			<hr/>		
	244	x 125		25 → 5		6,9 1,3
- <i>Javieroppia cervus</i> Mínguez et Subías, 1986						
jce	175-187.5	x 75-87.5	µm	2 ej.	V1PS	
	187.5	x 81		1	S1CS	
	181	x 81		1	S1PS	
	181	x 75		1	G2PP	
	<hr/>			<hr/>		
	181	x 81		5		5,5 0,26
- <i>Multioppia (Multioppia) neglecta</i> Pérez-Iñigo, 1969						
mne	237.5	x 119	µm	1 ej.	S4CP	1,4 0,05

- <i>Ramusella (Insculptoppia) elliptica</i> (Berlese, 1908)						
rel	219-237.5	x 112.5-132	µm	4 ej.	E1PS	
	225	x 125		2	E1PP	
	231	x 119		1	C2CP	
	232-237.5	x 125-137.5		2	C2PP	
	219-250	x 112.5-127		13	P2PS	
	225-275	x 112.5-137		20	P2PP	
	237.5-256	x 131-137.5		3	C1CP	
	212.5-262	x 112.5-144		54	C1PP	
	<hr/>			<hr/>		
	237	x 128		99 → 13		11,1 5,18
- <i>Ramusella (Insculptoppia) insculpta</i> (Paoli, 1908)						
rin	282-287.5	x 144-150	µm	6 ej.	E1PP	
	287.5	x 125		1	G4PP	
	200	x 90		1	P2PS	
	287.5	x 137.5		1	G1CS	
	250	x 125		1	C1CP	
	<hr/>			<hr/>		
	244	x 120		10 → 3		6,9 0,52
- <i>Ramusella (Insculptoppia) subiasi</i> (Pérez-Iñigo Jr., 1990)						
rsu	225-244	x 125-137.5	µm	2 ej.	C1PP	
	<hr/>			<hr/>		
	234.5	x 131				1,4 0,1
- <i>Ramusella (Insculptoppia) terricola</i> Subías et Rodríguez, 1986						
rte	200	x 100	µm	1 ej.	E1PP	
	187.5-200	x 100		36	C2CP	
	187.5-200	x 94-100		2	C2PP	
	187.5	x 100		1	P2CP	
	187.5-206	x 87.5-94		3	P2PS	
	194-212.5	x 100		5	P2PP	
	194-200	x 100-106		15	G2CP	
	187.5	x 87.5		1	G2PP	
	187.5	x 94		1	C1CS	
	187.5-206	x 87.5-100		5	C1CP	
	194-200	x 94		2	S4CP	
	<hr/>			<hr/>		
	200	x 97		72 → 8		15,3 3,77
- <i>Ramusella (Rectoppia) fasciata</i> (Paoli, 1908)						
rfa	312.5	x 162.5	µm	1 ej.	V1PP	
	319	x 175		1	S1PS	
	325	x 169		1	P2PS	
	313-337.5	x 162.5-175		5	G1CP	
	<hr/>			<hr/>		
	325	x 169		8 → 2		5,5 0,42
- <i>Ramusella (Rectoppia) mihelcici</i> (Pérez-Iñigo, 1965)						
rmi	237.5-250	x 119-125	µm	4 ej.	S1PS	
	<hr/>			<hr/>		
	244	x 122				1,4 0,2

- <i>Ramusella (Rectoppia) rhinina</i> Subías et Mínguez, 1981								
rrh	250	x 125	µm	1 ej.	P1CP	1,4	0,05	
- <i>Ramuselloppia anomala</i> Subías et Rodríguez, 1986								
ran	206	x 100	µm	3 ej.	G3PP			
	200-225	x 87.5-100		3	E1PS			
	187.5-200	x 87.5		3	S4CP			
	206	x 94		9 → 4		4,2	0,47	
- <i>Suctobelba trigona</i> (Michael, 1888)								
str	250	x 125	µm	1 ej.	P1CP			
	250	x 150		1	E1PP			
	250	x 137.5		1	C1PP			
	250	x 137.5		3		4,2	0,16	
- <i>Suctobelbella falcata</i> (Forsslund, 1941)								
sfa	225	x 119	µm	1 ej.	G2PP			
	225-231	x 112.5-119		2	G1CP			
	228	x 116		3		2,8	0,16	
- <i>Suctobelbella perforata</i> (Strenzke, 1950)								
spe	212.5	x 112.5	µm	1 ej.	C2PP	1,4	0,05	
- <i>Suctobelbella sarekensis</i> (Forsslund, 1941)								
ssa	219	x 112.5	µm	1 ej.	C2CP			
	206	x 100		1	P2PS			
	225	x 119		1	P2PP			
	215.5	x 109.5		3		4,2	0,16	
- <i>Suctobelbella subcornigera</i> (Forsslund, 1941)								
ssu	200	x 106	µm	1 ej.	E1PS			
	200-212.5	x 100-107		2	E1PP			
	225	x 112.5		1	P3CP			
	187.5	x 100		1	P3PP			
	181-200	x 100		2	P2PS			
	175-200	x 90		8	P2PP			
	200	x 100		1	G1CP			
	187.5	x 100		2	C1PP			
	194	x 101		18		11,1	0,94	
- <i>Licneremaeus licnophorus</i> (Michael, 1888)								
lli	187.5	x 95	µm	1 ej.	E1PS	1,4	0,05	
- <i>Scutovertex sculptus</i> Michael, 1879								
ssc	575-581	x 325-337.5	µm	2 ej.	SC2S			
	575	x 337.5		1	SC2P			
	550-587.5	x 312.5-337.5		2	V1CS			
	575	x 337.5		1	H2PS			

	594	x 362.5		1	H2PP		
	537.5	x 312.5		1	S1PS		
	450	x 287.5		1	P1PS		
	525	x 287.5		1	A1CP		
	515.5	x 325		10 → 2		11,1	0,52
- <i>Passalozetes (P.) agricola</i> Mínguez et Subías, 1983							
pag	250	x 106	µm	2 ej.	A1CP	1,4	0,1
- <i>Passalozetes (Bipassalozetes) reticulatus</i> Mihelčič, 1957							
pre	350-369	x 206-219	µm	11 ej.	V1CS		
	319	x 200		1	V1CP		
	344	x 209.5		12 → 5		2,8	0,63
- <i>Ceratozetes armatus</i> Mihelčič, 1956							
car	437.5	x 300	µm	1 ej.	G3PP		
	400	x 262.5		1	V1PP		
	412.5	x 262.5		1	P1CP		
	412.5	x 287.5		1	H2PP		
	400	x 256		1	E1CP		
	400	x 262.5		1	P3PP		
	388	x 262.5		1	C1PP		
	413	x 278		7		9,7	0,37
- <i>Ceratozetes conjunctus</i> Mihelčič, 1956							
cco	350	x 225	µm	1 ej.	H1CP		
	387.5	x 275		1	A1PP		
	367	x 250		2		2,8	0,1
- <i>Ceratozetes laticuspidatus</i> Menke, 1964							
cla	300	x 194	µm	1 ej.	SC2S		
	287.5-325	x 194-206		3	SC2P		
	300-306	x 175-194		3	G3CP		
	350	x 237.5		1	P1PP		
	287-337.5	x 175-200		5	C2CP		
	300	x 187.5		1	S1CP		
	325	x 194		1	C1PP		
	287.5	x 187.5		1	S4CP		
	318.5	x 206		16 → 3		11,1	0,84
- <i>Ceratozetes nasutus</i> Subías, Kahwash et Ruíz, 1990							
cna	337.5-375	x 175	µm	2 ej.	G3CP		
	356	x 187.5		1	P2PS		
	350	x 162.5-175		3	P2PP		
	350	x 181		1	A1PP		
	356	x 175		7 → 1		5,5	0,37

- <i>Ceratozetes obtusus</i> Mihelčič, 1956									
cob	362.5-369	x	244-250	μm	2 ej.	H2CP			
	406	x	275		1	E1PS			
	387.5-419	x	237.5-256		7	E1PP			
	387.5	x	281		1	G1CP			
	<hr/>								
	391	x	259		11 → 4		5,5	0,58	
- <i>Ceratozetes simulator</i> C. Pérez-Iñigo, 1970									
csi	500-512.5	x	325-337.5	μm	3 ej.	E1PS			
	500-512.5	x	312.5-350		9	E1PP			
	<hr/>								
	506	x	331		12 → 5		2,8	0,63	
- <i>Trichoribates trimaculatus</i> (C.L. Koch, 1836)									
ttr	625	x	444	μm	1 ej.	E1PS	1,4	0,05	
- <i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans, 1902)									
csc	375	x	250-275	μm	3 ej.	BL1S			
	406	x	275		1	BL1P			
	375	x	237.5		1	G3PS			
	356-387.5	x	250-262.5		2	P2PS			
	369	x	256		2	G2PS			
	362.5	x	250-262.5		2	G2PP			
	<hr/>								
	381	x	256		11 → 2		8,3	0,58	
- <i>Allogalumna alamellae</i> (Jacot, 1935)									
aal	469	x	325	μm	1 ej.	P2PS			
	462.5	x	325		1	P2PP			
	437.5	x	300		2	C1CP			
	456	x	325		3	C1PS			
	438-487.5	x	300-337.5		2	C1PP			
	<hr/>								
	462.5	x	319		9 → 2		6,9	0,47	
- <i>Allogalumna subaequalis</i> Mihelčič, 1956									
asu	644	x	437.5	μm	2 ej.	A1CP	1,4	0,1	
- <i>Liebstadia microptera</i> (Mihelčič, 1957)									
lmi	400-450	x	225-250	μm	5 ej.	SC2S			
	<hr/>								
	425	x	237.5		5 → 2		1,4	0,26	
- <i>Protoribates capucinus</i> Berlese, 1908									
pca	350	x	175	μm	2 ej.	S1PP	1,4	0,1	
- <i>Transoribates lagenula</i> (Berlese, 1904)									
tla	294	x	150	μm	1 ej.	H2CP			
	275-306	x	162.5-175		8	C2PP			
	275-287.5	x	150-162.5		2	S1PS			
	262.5-300	x	144-162.5		12	A1PP			
	275-287.5	x	137.5-162		2	G2PS			

	268-312.5	x 162-187.5	7	G2PP		
	275	x 162.5	1	G1CP		
	287.5-300	x 150-162	91	C1CS		
	275-287.5	x 150-169	12	C1CP		
	275	x 150	3	C1PS		
	262.5	x 150	1	C1PP		
	281	x 150	1	S4CS		
	<hr/>					
	287.5	x 162.5	141 → 4		16,7	7,39
 - <i>Lauritzenia (Incabates) pallidus</i> (Mihelčič, 1956)						
lpa	262.5-288	x 150-162.5 μm	2 ej.	SC2S		
	275	x 137.5	1	G3CS		
	261.5	x 137.5	1	G3CP		
	325	x 175	1	V1CP		
	250	x 137.5	1	V1PP		
	275-300	x 137-162.5	9	P1CS		
	275-281	x 125-131	3	P1CP		
	300	x 162.5	1	H2CS		
	262.5	x 150	1	H2CP		
	281-294	x 162.5	3	H1PS		
	275	x 150	1	C2CS		
	<hr/>					
	293	x 150	25 → 4		15,3	1,26
 - <i>Peloribates europaeus</i> Willmann, 1935						
peu	387.5-438	x 269-287.5 μm	4 ej.	SC2S		
	<hr/>					
	413	x 278	4 → 2		1,4	0,2
 - <i>Oribatula (O.) tibialis</i> (Nicolet, 1855)						
oti	362.5-406	x 250-275 μm	17 ej.	BL1S		
	344-400	x 206-275	42	BL1P		
	325-412.5	x 230-237.5	13	SC2S		
	387.5-400	x 256-262.5	2	SC2P		
	456-462.5	x 275-281	3	V1CS		
	387.5	x 250	1	H2PS		
	425	x 275-294	5	H1CS		
	362.5	x 244	1	H1CP		
	419	x 275	1	H1PS		
	550	x 400	1	E1PS		
	400	x 262.5	1	E1PP		
	419-537.5	x 250-362.5	5	G4CS		
	425-494	x 244-350	9	G4CP		
	400	x 275	1	G4PS		
	406-562.5	x 237-362.5	7	G4PP		
	375	x 250	2	C2CS		
	362.5-412	x 250-262.5	3	C2CP		
	337.5	x 237.5	1	C2PS		
	387.5	x 256	1	C2PP		
	387.5-437	x 250-287.5	3	P3PP		
	356-425	x 244-275	11	A1PS		
	387.5-431	x 225-287.5	11	A1PP		

	356	x 237.5		1	G2CP		
	381	x 250		1	G2PS		
	400	x 262.5		2	G2PP		
	500	x 350		2	C1PS		
	406	x 244		1	S4PP		
	<hr/>						
	444	x 303		148		37,5	7,75
- <i>Oribatula (Zygoribatula) exarata</i> Berlese, 1917							
oex	350-412.5	x 200-237.5 μ m		24 ej.	SC2S		
	350	x 194		1	SC2P		
	<hr/>						
	381	x 216		25 \rightarrow 5		2,8	1,3
- <i>Pseudoppia interrupta</i> (Jeleva, 1962)							
pin	231	x 112.5 μ m		1 ej.	SC2S	1,4	0,05
- <i>Hemileius initialis</i> (Berlese, 1908)							
hin	537.5	x 331 μ m		1 ej.	SC2S		
	525	x 362.5 μ m		1	S4PP		
	<hr/>						
	531	x 347		2		2,8	0,1
- <i>Hemileius robustus</i> C. Pérez-Iñigo, 1969							
hro	681	x 475 μ m		1 ej.	BL1S		
	575	x 375		1	BL2S		
	594-675	x 387.5-450		5	SC2S		
	600	x 400		1	V1CP		
	581-631	x 381-437.5		7	H2PS		
	650	x 450		2	H2PP		
	<hr/>						
	628	x 425		17 \rightarrow 5		8,3	0,89
- <i>Scheloribates fimbriatus</i> Thor, 1930							
sfi	350-375	x 175-212.5 μ m		3 ej.	V1CP		
	319	x 162.5		1	S1CS		
	337.5-362	x 169-187.5		11	S1CP		
	331-337.5	x 162.5-187		3	P2CP		
	<hr/>						
	347	x 187.5		18 \rightarrow 5		5,5	0,94
- <i>Topobates holsaticus</i> Weigmann, 1969							
tho	362.5	x 237.5 μ m		1 ej.	P1PS	1,4	0,05

Algunas especies de las que se refieren en el listado anteriormente expuesto, consideramos merecen un comentario particular, al margen de las que han resultado ser nuevas para la Ciencia y que se describen en trabajos aparte, bien porque su presencia en la zona revista un interés especial o bien porque determinados ejemplares de alguna de ellas presenta algunas

características no habituales en la especie o que la diferencian del tipo normal. Se entiende, por tanto, que en las especies no comentadas, nuestros ejemplares responden perfectamente al tipo normal y su presencia en la zona no resulta un acontecimiento de carácter excepcional.

Así, siguiendo el orden sistemático en que han sido expuestas en el listado, a continuación se hace el comentario particular de aquellas especies en que es oportuno, reseñando, en su caso, de donde proceden (localidad y muestra) los ejemplares en que se observa la diferencia o singularidad.

Masthermannia mammillaris (Berlese, 1904)

Especie descrita por BERLESE (1904) como *Angelia mammillaris* -y encuadrada en el género en que figura actualmente por BERLESE (1913)- de Florencia (Italia), que es, como se ha indicado con anterioridad, la primera vez que se encuentra en la Península Ibérica, y a la que se han asignado diferentes distribuciones, de las que parece poderse extraer como conclusión su carácter subtropical o su preferencia por zonas cálidas. A continuación se exponen todas las distribuciones que se le han atribuido a la especie hasta la actualidad, y las citas concretas del Mediterráneo Occidental.

Angelia mammillaris: Florencia -NO de Italia- (BERLESE, 1904)

Masthermannia nematophora: Sainte Baume -SE de Francia- (LIONS, 1978)

Masthermannia mammillaris: Centro y Sur de Europa (SCHATZ, 1983)

Masthermannia mammillaris: Java (CASTAGNOLI et PAGAZZANO, 1985)

Masthermannia mammillaris: Samoa (J. et P. BALOGH, 1986)

Masthermannia mammillaris: Paleártica, Australiana y U.S.A. (MARSHALL et al., 1987)

Masthermannia mammillaris: Gran Canaria -Islas Canarias, España- (PEREZ-IÑIGO et PEÑA, 1996)

De lo anteriormente expuesto, parece poder inferirse para la especie una distribución Cosmopolita Subtropical. Unicamente podría introducir ambigüedad a la anterior consideración la reseña Centroeuropea de SCHATZ (*op. cit.*), ya que las zonas de los Estados Unidos que sirven a MARSHALL *et al.* (*op. cit.*) para asignarle como área de distribución U.S.A., son New York en la costa Este y Texas en el Sur, localidades de carácter no septentrional. Todas las demás localizaciones: Noroeste de Italia, Sureste de Francia, Australia, Sur de Europa, Java, Samoa e Islas Canarias, corresponden a zonas de contrastada benignidad bioclimática.

Las muestras concretas en que nos ha aparecido la especie en este estudio, son G3CP (Guisando) y P2PP (Arenas de San Pedro), pertenecientes a localidades de condiciones particularmente termófilas.

Tectocepheus velatus sarekensis Trägårdh, 1910

Entre los ejemplares que nos han salido de esta especie se pueden distinguir nítidamente dos morfotipos, que sin embargo en ocasiones nos han salido juntos en determinada muestra (P2PS), motivo por el que, al no existir una separación espacial entre poblaciones, no se ha creído acertado diferenciar a ninguno de los dos tipos morfológicos con una denominación y categoría taxonómica diferentes.

De este modo, la denominada "forma 1" de la especie, vendría caracterizada por ser más pequeña y clara, y presentar sensilo más ancho en su porción final, lamelas que alcanzan al final el rostro, cúspide lamelar con su porción interna desarrollada de modo prominente, y salientes humerales (como pequeños pteromorfos). Esta forma es la que se ha presentado de un modo más generalizado, apareciendo en las muestras SC2S (Santa Cruz del Valle), G3CS, G3CP, G4PS, G2PP, G1CP (Guisando), P1CS, P2PS (Arenas de San Pedro), H1CS, H1CP, H1PS (El Hornillo), C2PS (Candeleda), y A1PP (El Arenal).

La denominada "forma 2" de esta especie, se caracterizaría por ser más grande y oscura, y presentar sensilo de extremo menos ancho, lamelas separadas del rostro en su parte final, cúspide lamelar plana o sin prominencias, y carente de salientes humerales. Esta forma, ha aparecido en las muestras S1PS (Santa Cruz del Valle), P2PS y P2PP (Arenas de San Pedro).

Berniniella inornata (Mihelčič, 1957)

El ejemplar que aparece en la muestra SC2P (Santa Cruz del Valle) difiere de la forma típica de la especie, en que las líneas lamelares del prodorso son muy marcadas y el sensilo presenta microcilios -como en *B. conjuncta* (Strenzke, 1951)- y en que la cóstula lamelar es muy arqueada y recubierta por un pequeño "tejadillo" -como en *B. aeoliana* (Bernini, 1973)-.

Lauroppia tenuipectinata Subías et Rodríguez, 1988

El ejemplar de esta especie que aparece en la muestra E1PP (San Esteban del Valle), difiere de la forma típica, en que la setas interlamelares son más largas y las fisuras *iad* son paraanales pero cortas.

Foraminoppia iturrondobeitiai Arillo et Subías, *in litt.*

Especie perteneciente a la subfamilia Oxyoppiinae Subías, 1989 (en SUBÍAS et P. BALOGH, 1989), con aspecto general inicial semejante a Oxyoppia (Oxyoppiella) Subías et Rodríguez, 1986 y finalmente diferente de todos los géneros de la subfamilia por la presencia de un par de excavaciones a ambos lados del prodorso, recientemente descrita por SUBÍAS et ARILLO (*in litt.*) del Sur de España (Cazalla de la Sierra, Sevilla) y que nos ha aparecido, después de los años en que permaneció ignorada su existencia, casi simultáneamente a nosotros en tres muestras G2PP (Guisando), C1CP y C1PP (Candeleda) de la Sierra de Gredos. Por ello, ésta resulta la segunda cita para la especie.

Oxyoppia (Dzarogneta) yepesensis Muñoz-Mingarro, 1987

Se ha observado que entre los ejemplares pertenecientes a esta especie de la muestra P2CP (Arenas de San Pedro), se presenta toda la gradación de forma rostral entre dos y tres dientes nítidos.

Javieroppia cervus Mínguez et Subías, 1986

El ejemplar de esta especie aparecido en la muestra S1CS (Santa Cruz del Valle), presenta una de las setas rostrales tiramosa.

Ramusella (Rectoppia) fasciata s. str. (Paoli, 1908)

Los dos ejemplares hallados en las muestras S1PS (Santa Cruz del Valle) y P2PS (Arenas de San Pedro), difieren del tipo de la especie en que tienen las setas notogastrales más robustas - parecidas a *R. (R.) fasciata sahariensis* (Hammer, 1975)-.

Scutovertex sculptus Michael, 1879

Se distinguen dentro de esta especie dos morfotipos diferentes, que, sin embargo, en ocasiones han aparecido juntos en determinada muestra (V1CS), razón por la que no se ha creído oportuno asignar a ninguna de ellas a una nueva entidad taxonómica, sino que se han definido dos "formas" dentro de la especie.

Así la "forma 1" se caracterizaría por presentar gran tamaño, color oscuro, setas notogastrales largas, sensilo largo y menos globoso, y punteado notogastral grueso. Esta forma ha aparecido en las muestras SC2S, SC2P, S1PS (Santa Cruz del Valle), V1CS (Cuevas del Valle), H2PS y H2PP (El Hornillo). Y la "forma 2" se caracterizaría por ser más pequeña y clara, y presentar setas notogastrales más cortas, sensilo más corto y globoso, y punteado notogastral más fino. Esta forma ha aparecido en las muestras V1CS (Cuevas del Valle), P1PS (Arenas de San Pedro) y A1CP (El Arenal).

Hemileius robustus C. Pérez-Iñigo, 1969

De esta especie se han recogido ejemplares que se correspondían perfectamente con el tipo, en las muestras BL2S (Mombeltrán) y SC2S (Santa Cruz del Valle), y ejemplares que diferían del tipo de la especie por presentar las setas notogastrales posteriores más pequeñas que las anteriores, en las muestras BL1S (Arenas de San Pedro), V1CP (Cuevas del Valle) y H2PP (El Hornillo). También se presentan mezcladas la forma típica y la de setas notogastrales diferentes, en la muestra H2PS (El Hornillo).

4.- ANALISIS Y DISCUSION

Haciendo, a partir del listado sistemático ofrecido en el apartado de Resultados del presente estudio, un sencillo balance sobre el número de especies -y ejemplares-, pertenecientes a cada uno de los tres grupos filéticos de Acaros Oribátidos, se obtienen los valores absolutos y porcentajes que a continuación se indican.

	<u>Especies</u>		<u>Ejemplares</u>	
Inferiores	25	22,5 %	314	16,4 %
Sup. Picnonóticos	60	54,1 %	1.106	57,9 %
Sup. Poronóticos	26	23,4 %	492	25,7 %
	<hr/>	<hr/>	<hr/>	<hr/>
	111	100 %	1.912	100 %

Analizando los resultados globales, el bajo número de ejemplares encontrados sería debido a la importante alteración sufrida por el suelo (y especialmente por su horizontes superficiales) como consecuencia del incendio y a la elevada aridez climática de la zona en la época de muestreo, y la alta diversidad de especies se correspondería con las condiciones claramente mediterráneas que caracterizan esta zona (tendencia - elevada diversidad faunística- constada con anterioridad en estudios sobre Oribátidos en zonas mediterráneas).

Tomando en consideración este recuento y agrupamiento por entidades filéticas, llama la atención de nuestros resultados de

un modo especial, el elevado porcentaje de especies de Superiores Picnonóticos (54,1 %) -de los que la mitad pertenecen a la familia Oppiidae Grandjean, 1951-, siendo menos excepcional la semejante proporción de los otros dos grupos: Inferiores, 22,5 %, y Superiores Poronóticos, 23,4 %.

Este patrón oribatológico, según los grupos filéticos, no se corresponde estrechamente con el obtenido por SUBIAS *et al.* (1988) como media de un estudio comparativo realizado a partir de la composición faunística -oribatológica- de diversas localidades del Mediterráneo Occidental, ni tampoco demasiado correctamente con el patrón de ninguna de las localidades consideradas. Así, la media de las localidades mediterráneas ofrecía unos valores de Inferiores, 26,5 %, de Superiores Picnonóticos, 43 %, y de Superiores Poronóticos, 30,5 %; por lo que se infiere, al comparar nuestros resultados con esa media mediterránea, que el elevado porcentaje de Picnonóticos hallado en la Sierra de Gredos, deriva principalmente de una importante disminución en la cantidad encontrada de especies de Poronóticos, posiblemente debido al incremento de fauna hipógea debido al incendio -que generalmente destruye o altera de modo importante los horizontes orgánicos del suelo, donde viven las especies de mayor tamaño, predominantemente Poronóticos-.

No obstante, las localidades referidas en el trabajo de SUBIAS *et al.* (*op. cit.*) a las que más se asejeman las proporciones del patrón faunístico aquí obtenido, serían (1) El Pardo (Centro de España) -localidad con la que ya se han establecido comparaciones en el apartado de biogeografía de este estudio global de una zona de la Sierra de Gredos-, fundamentalmente por la mayor proporción de Picnonóticos (44,5 %) que de los otros dos grupos y por una proporción muy semejante de éstos (27 % y 28,5 %), y (2) Sainte Baume (Sureste de Francia) -localidad ya referida con anterioridad en este trabajo-, fundamentalmente por presentar una proporción destacadamente elevada de Picnonóticos (49,5 %).

En cuanto al análisis del número de ejemplares que se obtienen del agrupamiento por grupos filéticos, si bien se

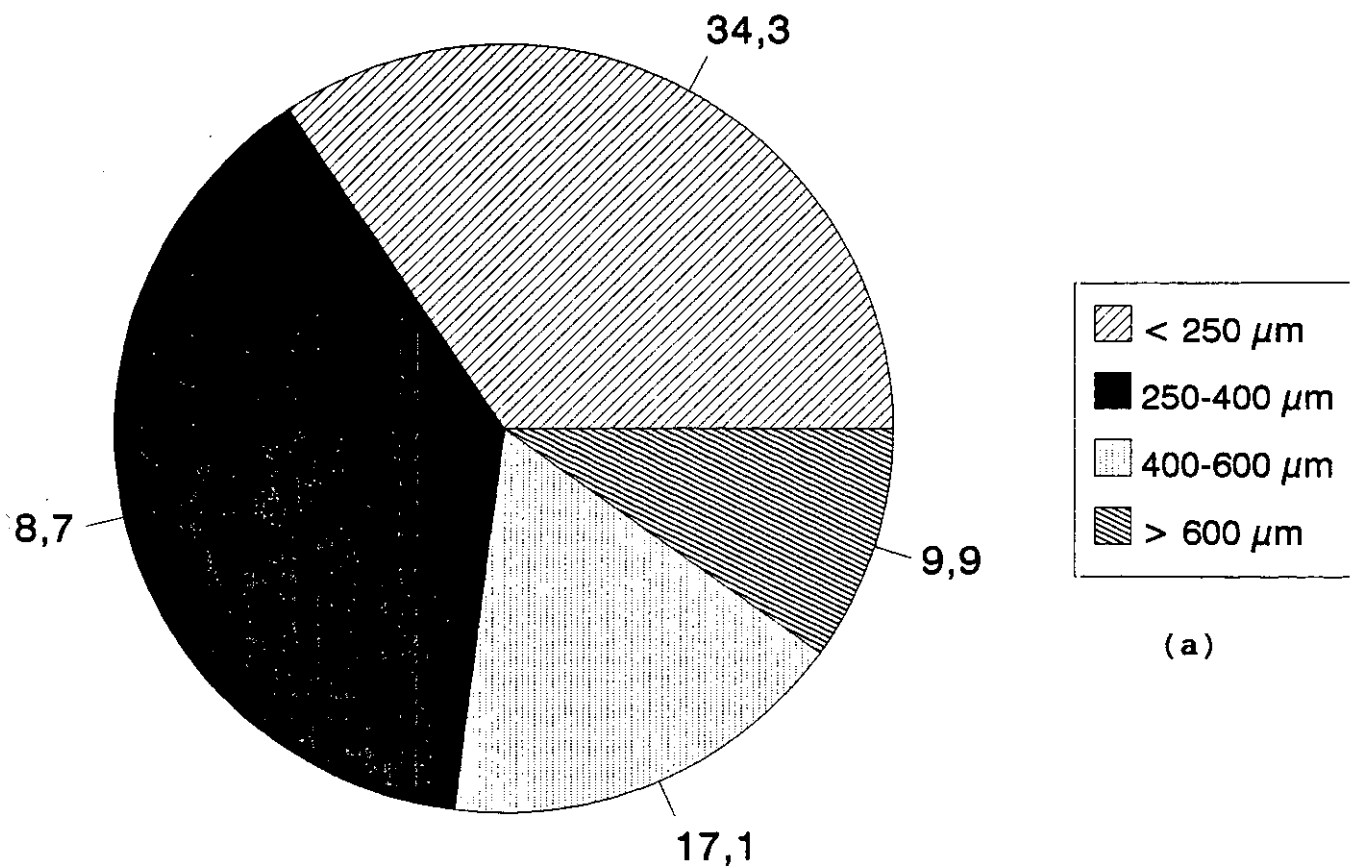
mantiene el patrón general reflejado en este estudio para el número de especies (mucho mayor de Picnonóticos -57,9 %- , y menor, por este orden, en Poronóticos -25,7 %- e Inferiores -16,4 %-), son especialmente significativos el escaso número ejemplares de Inferiores y el muy abundante número de Picnonóticos.

Realizando, a partir de las dimensiones dadas para las 111 especies obtenidas en este estudio, reflejadas en el listado sistemático de Resultados, un recuento y encuadre de todas ellas en las diferentes categorías numéricas de dimensión (longitud) definidas en el apartado de Material y Métodos, se obtienen los valores absolutos y porcentajes que a continuación se refieren, y que se muestran gráficamente en la Figura 1. a.

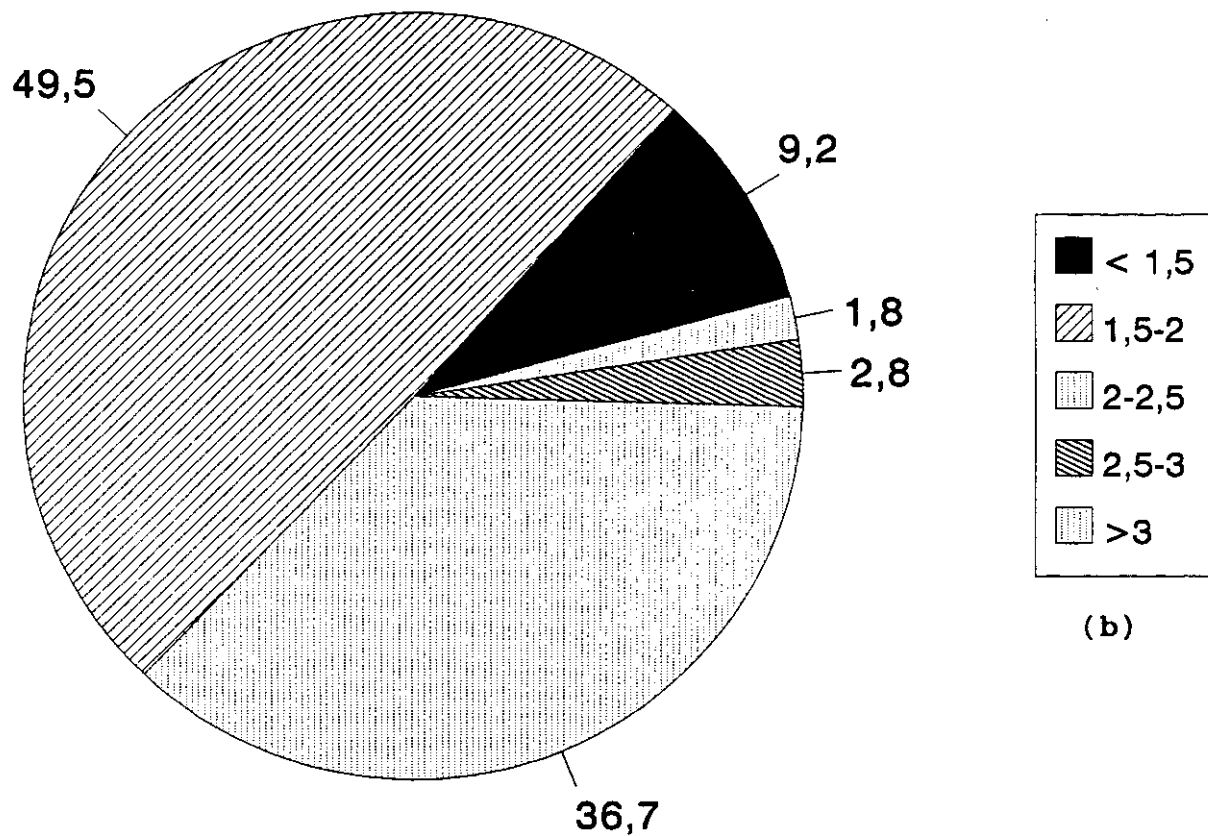
<u>Categoría</u>	<u>nº spp.</u>	<u>Porcentaje</u>
< 250 μ m (pequeña)	38	34,3
250-400 μ m (mediana)	43	38,7
400-600 μ m (medio-grande)	19	17,1
> 600 μ m (grande)	11	9,9
	<hr/>	<hr/>
	111 spp.	100 %

Realizando ahora, a partir del coeficiente de biometría resultante del cociente longitud/anchura, un recuento y encuadre, en las categorías o clases definidas en el apartado de Material y Métodos, de las 109 especies de morfología normal -excluidas por tanto de esta valoración por su ya indicada especial morfología *Bursoplophora iberica* Subías et C. Pérez-Iñigo, 1978 y *Rhysotritia ardua* (C. L. Koch, 1841)-, se obtienen los valores absolutos y porcentajes, expresados de modo gráfico en la Figura 1. b, que a continuación se exponen.

<u>Categoría</u>	<u>nº spp.</u>	<u>Porcentaje</u>
< 1,5 (redondeada)	10	9,2
1,5-2 (media)	54	49,5
2-2,5 (medio-alargada)	40	36,7
2,5-3 (alargada)	3	2,8
> 3 (muy alargada)	2	1,8
	<hr/>	<hr/>
	109 spp.	100 %



(a)



(b)

Figura 1. Gráficos de sectores con los porcentajes de especies pertenecientes a las cuatro categorías de dimensiones (longitud) (a) y a las cinco categorías de biometría (longitud/anchura) (b) establecidas para este estudio.

Se constata a partir de la observación de los valores resultantes de dimensiones y bioforma, que los mayores porcentajes de especies corresponden (1) a las de tamaño más modesto, con casi tres cuartas partes -73 %-: pequeñas ($< 250 \mu\text{m}$), 34.3 %, y medianas ($250-400 \mu\text{m}$), 38.7 %, y (2) a las que su forma resulta de una longitud más o menos el doble de su anchura, con casi las cinco sextas partes -86.2 %-: medias (1,5-2), 49.5 %, y medio-alargadas (2-2.5), 36.7 %. Por tanto, se puede deducir que, con carácter general y mayoritariamente, las especies de Oribátidos aparecidas en este estudio son de pequeño tamaño y moderadamente alargadas.

Estos resultados, deben ser analizados a la luz de la adaptabilidad de los diferentes organismos edáficos a los distintos niveles del suelo, de la alteración sufrida por los horizontes superficiales en el incendio, y de las condiciones bioclimáticas de la zona y estación concreta de muestreo.

El hallazgo de una mayoría de especies de Oribátidos más o menos pequeños y más o menos alargados, supondría que la mayoría de las especies colectadas preferirían o estarían adaptadas a una vida básicamente hipogea, en los horizontes de fermentación -debajo de la hojarasca- o mineral -debajo del anterior-, lugares donde, por lo limitado del espacio útil para moverse, unas dimensiones modestas y una forma incisiva resultan caracteres ventajosos. Así, siguiendo la filosofía global de GISIN (1943) -extendida a Oribátidos en estudios como los de STRENZKE (1952) o KLIMA (1956)- al relacionar la morfología general de la especie y la preferencia por determinado horizonte del suelo o microhábitat, se podría considerar que la mayoría de las especies de Oribátidos que aparecen en nuestro estudio se encuadrarían en las categorías morfoecológicas de euedáficos (habitantes de los horizontes organo-mineral y mineral) y hemiedáficos (pobladores de los horizontes inmediatamente por debajo de la hojarasca: de fermentación y húmico). Otras adaptaciones suelen acompañar, en los ácaros que viven a estos niveles, a la morfología general señalada, como son el acortamiento de los apéndices locomotores y los pelos, o el aclaramiento pigmentario de su tegumento.

Es importante, como se apuntaba con anterioridad en el análisis por grupos filéticos, tomar en consideración que las especies de mayor tamaño y formas ensanchadas o redondeadas, suelen vivir en los horizontes superficiales u orgánicos del suelo -donde los espacios son más amplios-, que resultan destruidos o alterados significativamente por el incendio, desapareciendo así con el fuego la gran mayoría de estas especies al resultar perturbado su microhábitat.

Por otro lado, debe tenerse también en cuenta que el muestreo se realizó durante el verano, en una zona que presenta una aridez climatológica estival muy importante, con ausencia total de precipitaciones de aproximadamente dos meses y medio y con temperaturas diurnas en algunos puntos y días superiores a los 42 °C. En estas condiciones, cabe pensar que los Oribátidos que pasan el verano como forma adulta, que son los considerados en este trabajo, tienden a refugiarse en los horizontes inferiores de los suelos, por lo que es lógico que mayoritariamente se recojan especies que soporten mejor las condiciones de sequía y biomorfológicamente puedan descender a esos niveles.

No obstante todo lo anterior, existe un determinado número de especies, minoritario en porcentaje, que presentan grandes dimensiones y/o formas redondeadas. Éstas, como se comentó anteriormente, serían aquellas que desarrollan su vida generalmente entre la hojarasca y la capa de fermentación, y que deben pasar el verano refugiados bajo la hojarasca, evitando la intensa insolación del exterior y buscando la escasa humedad que necesitan y que aún se conserva a ese nivel.

Comparando nuestros resultados en dimensiones y biometría, con los obtenidos en otros dos estudios oribatológicos de dos zonas del interior peninsular, con unas condiciones de aridez aún más acusadas y con unos suelos con horizontes vegetales/superficiales escasísimos o casi inexistentes -Valdelaguna (RUIZ *et al.*, 1986) y Mesa de Ocaña (MUÑOZ-MINGARRO, 1992)-, se constata que los patrones son muy semejantes. Esta coincidencia a grandes rasgos, debe estar fundamentada en la semejanza bioclimática del verano de nuestra zona de la cara Sur

de Gredos con las condiciones generales de las zonas referidas, y en el carácter también necesariamente euedáfico de la gran mayoría de las especies que pueblan estas zonas llanas que fueron campos de cultivo.

Realizando, en el listado sistemático de resultados, el recuento de los índices de frecuencia total asignados a cada especie y su agrupamiento dentro de las categorías o clases definidas, al igual que la metodología de cálculo del índice, en el apartado de Material y Métodos, se obtienen los valores absolutos y porcentajes que se exponen a continuación.

<u>Clase</u>	<u>nº spp</u>	<u>Porcentaje</u>
< 3 (Rara)	60	54
3 - 9 (Poco frecuente)	31	28
9 -25 (Frecuente)	16	14,4
> 25 (Muy frecuente)	4	3,6
	<hr/> 111 spp.	<hr/> 100 %

Análogamente, realizando el recuento de los índices de abundancia total de cada especie y su encuadre en las categorías o clases ya definidas, se observa el balance de valores absolutos y proporciones que se expresa en la siguiente tabla.

<u>Clases</u>	<u>nº spp</u>	<u>Porcentaje</u>
< 0,1 (Esporádica-ocasional)	44	39,6
0,1- 1 (Escasa-poco abundante)	44	39,6
1 - 3 (Medio abundante)	14	12,7
3 -10 (Abundante)	8	7,2
> 10 (Muy abundante)	1	0,9
	<hr/> 111 spp.	<hr/> 100 %

Analizando los valores globales de frecuencia y abundancia de todas las especies, obtenidos para en el estudio de (a) lugares mayoritariamente incendiados, (b) de un sector de la cara Sur de la Sierra de Gredos y (c) durante la estación estival, se puede constatar (1) que la inmensa mayoría de las especies son raras o poco frecuentes (82 %), es decir que aparecen en menos de siete muestras -de las 72 totales-, siendo muy alto el porcentaje de especies que aparecen sólo en una o dos muestras

(54 % -de las cuales más del 41 % aparecen en una sola), y (2) que la gran mayoría también son ocasionales o poco abundantes (79,2 %), esto es que presentan en total menos de 20 ejemplares - de los más de 1.900 totales-, siendo muy considerable la proporción de especies de las que se ha colectado únicamente uno o dos ejemplares (casi el 40 %).

De un modo general, y como era de esperar, las nueve especies más abundantes (con índice > de 3: abundantes y muy abundantes) se encuentran entre las veinte especies más frecuentes (con índice > de 9: frecuentes y muy frecuentes).

Destacan de un modo significativo por su alta frecuencia (índice > de 25: muy frecuentes -aparecen en más de una cuarta parte de las muestras-) cuatro especies de Oribátidos, un Inferior: *Aphelacarus acarinus* (Berlese, 1910), dos Picnonóticos Oppliidae: *Microppia minus* (Paoli, 1908) y *Serratoppia intermedia* Subías et Rodríguez, 1988 , y un Poronótico: *Oribatula* (*Oribatula*) *tibialis* (Nicolet, 1855); de las cuales la tercera, *S. intermedia*, es además la especie más abundante (índice de abundancia > de 10: muy abundante -aporta el 11,05 % del número total de ejemplares-).

Estas cuatro especies, han sido comúnmente reflejadas en la práctica totalidad de los estudios llevados a cabo en los últimos años en la Península Ibérica. Se trata de especies con una amplia valencia ecológica, por lo que se adaptan a vivir en todo tipo de medios y condiciones, y por tanto también a la elevadísima aridez que se registraba en el momento del muestreo en la zona de estudio. Esas mismas condiciones resultan limitantes o excluyentes para otras especies de Oribátidos, presentes en menor número -a veces reducidísimo- o ausentes por completo durante esa época en forma adulta.

Tres de las especies, las menos abundantes de las cuatro citadas, fueron descritas a finales del siglo pasado o principios del actual y presentan distribuciones muy amplias. *M. minus* y *O. (O.) tibialis* son cosmopolitas y casi siempre han presentado los mayores índices de frecuencia y abundancia en los estudios

realizados en cualquier zona de la Península, y *A. acarinus* es holártica meridional, y, aunque su distribución es amplia y su catalogación ecológica es generalista (SUBIAS *et al.*, 1986), su mayor presencia o sus mayores índices de frecuencia y abundancia se dan en zonas con un elevado grado de aridez bioclimática. Prueba del carácter xerófilo de esta última especie, es que mientras es común a todos los estudios realizados en zonas mediterráneas más o menos áridas del centro y sur peninsular (MINGUEZ, 1981; RUIZ *et al.*, 1984; RUIZ *et al.*, 1986; RUIZ *et al.*, 1991), no ha aparecido en la mayoría de los estudios, alguno sobre un muestreo muy exhaustivo, realizados en la zona euroatlántica del norte de la Península (ITURRONDOBEITIA *et al.*, 1981; SALOÑA *et al.*, 1988).

La especie más abundante, *S. intermedia*, ha sido descrita más recientemente (SUBIAS *et al.*, 1988) y su distribución actualmente conocida es Ibérica, habiendo sido citada desde su descripción en la práctica totalidad de los estudios faunísticos que se han realizado en cualquier latitud y medio de la Península (SALOÑA *et al.*, 1988; MORELL, 1988; GIL *et al.*, 1990; MORENO, 1991; MUÑOZ-MINGARRO, 1992; ARILLO *et al.*, *in litt.*), si bien es más frecuente en los de la zona centro. Por ello, no es de extrañar que nos haya salido en este estudio, y la frecuencia y abundancia tan elevadas que presenta; y quizá el que aún no haya sido encontrada fuera de la Península Ibérica, en otras zonas del Mediterráneo Occidental, indique que tal vez se trate de una especie más ampliamente distribuida, pero que, la pertenecer a una familia muy compleja y poco estudiada, haya sido confundida con otras.

Finalmente, de las cuatro especies referidas, dos pertenecen a la familia Oppiidae Grandjean, 1951, *M. minus* y *S. intermedia*, y una a la familia Oribatulidae Thor, 1929, *O. tibialis*, que son dos de las tres familias -junto con Passalozetidae Grandjean, 1954- donde se suelen encontrar la especies consideradas pioneras en la recolonización de medios intervenidos tras su abandono, como constatan para zonas de cultivo MAHMUD *et al.* (1983) y SUBIAS *et al.* (1986).

En términos generales, y retomando la valoración inicial que nos indicaban los porcentajes más altos, parece que la mayoritaria rareza o baja frecuencia y escasez o baja abundancia de las especies encontradas en este estudio, podría responder a las rigurosísimas condiciones termohídricas que el verano del Sur de Gredos impone a los habitantes de sus suelos de pinar, donde las especies que pasan esa estación en forma adulta reducen muchísimo sus efectivos poblacionales y se refugian en las zonas del interior del suelo.

Un análisis posterior, en un trabajo aparte, sobre la diversidad, las diferencias entre superficie y profundidad, etc., aportará mayor consistencia a algunas interpretaciones aquí esbozadas.

5.- CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES

- En el presente estudio se han obtenido y determinado 1.912 ejemplares adultos de Acaros Oribátidos de 111 especies pertenecientes a 74 géneros de 47 familias. El bajo número de ejemplares encontrados, obedecería por un lado al deterioro del medio ocasionado por los incendios y por otro al extremo grado de aridez que vive la zona durante la estación estival -época en que se realizó el muestreo-, y la elevada diversidad de especies presentes, reflejaría el alto grado de adaptación de esta fauna a unas condiciones climáticas marcadamente mediterráneas, condiciones que, según estudios previos, siempre han aportado los más altos valores de diversidad oribatológica.

- De estas 111 especies, 87 son nueva cita para la Sierra de Gredos, 79 lo son para la Provincia de Avila, y una, *Masthermannia mannillaris* (Berlese, 1904), se cita por primera vez para la Península Ibérica.

- Han aparecido siete especies que han resultado ser nuevas para la Ciencia, dos de ellas pertenecen además a nuevos géneros, para uno de los cuales ha sido precisa la creación de una nueva subfamilia: *Paternoppiinae* n. subfam. y *Paternoppia andaluscabulensis* n. gen., n. sp., *Gredosella fraternalis* n. gen., n. sp., *Brachychthonius anistosus* n. sp., *Hermanniella issanielloides* n. sp., *Ctenobelba pulchellula* n. sp., *Xenillus arilloi* n. sp. y *Carabodes gregorioi* n. sp.; lo que significa comparativamente un porcentaje muy importante de fauna nueva -particular- (6,3 %), siendo de una especial relevancia faunística por suponer un notable incremento en el conocimiento de los elementos endémicos de esta zona (hasta ahora sólo se conocía una especie descrita y encontrada exclusivamente en esta Sierra: *Iberoppia paradoxa* C. Pérez-Iñigo, 1986).

- El patrón oribatológico, considerando los grupos filéticos de Oribátidos, supondría una muy elevada proporción de especies de Superiores Picnónóticos (más de la mitad, 54,1 %) -de ellos más de la mitad son Oppidos-, y una menor y semejante proporción (menos de un cuarto) de Inferiores (22,5 %) y Superiores Poronóticos (23,4 %). En el número de ejemplares el patrón es semejante, lo que indicaría que el fuego ha afectado más a las especies del último grupo, Superiores Poronóticos, en general de mayor tamaño y habitantes más habituales de los horizontes superficiales (orgánicos) del suelo, que son los más impactados por el incendio.

- En referencia a las valores de dimensiones y biometría de las especies, se observa que la mayoría son de tamaño modesto, menor de 400 μm (pequeñas y medianas): 73 %, y presentan una forma en que su longitud es aproximadamente el doble que la anchura, índice entre 1,5 y 2,5 (medias y medio-alargadas): 86,2 %. La mayoría de estas especies son hemi o euedáficas; están adaptadas a una elevada aridez climática estival, pasando el verano en los horizontes inferiores que conservan algo de humedad, y se han visto además obligadas por el incendio a vivir más permanentemente en los estrechos espacios de los horizontes minerales.

- En referencia a los valores de frecuencia y abundancia totales de las especies, se observa:

(1) que la mayoría son raras o poco frecuentes, pues aparecen en menos de la décima parte de las muestras: 82 %, y ocasionales o poco abundantes, ya que presentan menos de 20 ejemplares: 79,2 %; la razón de estos resultados, podría estar en las extremas condiciones termohídricas que, como se menciona anteriormente, impone el verano del Sur de Gredos.

(2) que las cuatro especies más frecuentes - también las más abundantes-, son *Aphelacarus acarinus* Grandjean, 1932 (Inferior, Holártica Meridional, especialmente frecuente en zonas áridas), *Microppia minus* (Paoli, 1908) y *Serratoppia intermedia* Subías et Rodríguez, 1988 (Picnónóticos Oppidos, Cosmopolita e Ibérica - respectivamente-, euedáficos) y *Oribatula (O.) tibialis* (Nicolet, 1835) (Poronótico, Cosmopolita, generalista), todas ellas de amplia valencia ecológica y pioneras en la recolonización tras su abandono de suelos perturbados o intervenidos.

ANEXO

Acaros Oribátidos	1.912
Inmaduros Acaro Oribátido	600
Otros Acaros (Actinedida, Acaridida, Gamasida)	3.537
Araneidos	8
Pseudoescorpiones	2
Diplópodos Iúlidos	1
Diplópodos Polixénidos	4
Quilópodos Litóbidos	2
Quilópodos Geofílidos	8
Sínfilos	15
Paurópodos	64
Larvas Diplópodo Polixénido	5
Larvas Sínfilo	1
Colémbolos	235
Dipluros Japígidos	2
Proturos	6
Isópteros	5
Coleópteros Catópidos	4
Coleópteros Derméstidos	1
Coleópteros Carábidos	1
Otros Coleópteros	2
Tricópteros	1
Dípteros	2
Himenópteros Formícidos	245
Himenópteros Vespoides (parásitos)	5
Otros Himenópteros	2
Psocópteros	28
Tisanópteros	40
Hemípteros Heterópteros	1
Hemípteros Homópteros	9
Larvas Coleóptero	33
Larvas Díptero	4
Larvas Himenóptero Formícido	50
Larvas Tisanóptero	6
Larvas Hemíptero Heteróptero	1
Larvas Hemíptero Homóptero	13
Nenátodos	3
TOTAL FAUNA EDAPICA	6.858

TAXONOMIA

PUBLICACION 3

Cinco nuevas especies de Acaros Oribátidos (*Acari, Oribatida*) de pinares incendiados de la Sierra de Gredos (Avila, España)

J. Gil-Martín & L. S. Subías. *Graellsia*.

1.- INTRODUCCION

Las cinco especies de Acaros Oribátidos nuevas para la Ciencia que se describen en el presente trabajo, pertenecen, una a la familia Brachychthoniidae Thor, 1934 del grupo de los Oribátidos Inferiores, *Brachychthonius amistosus* n. sp., y las otras cuatro, del grupo de los Oribátidos Superiores Picnonóticos, una a la familia Hermannelliidae Grandjean, 1934, *Hermannella issanielloides* n. sp., otra a la familia Ctenobelbidae Grandjean, 1965, *Ctenobelba pulchellula* n. sp., otra más a la familia Xenillidae Woolley et Higgins, 1966, *Xenillus arilloi* n. sp., y una última a la familia Carabodidae C. L. Koch, 1837, *Carabodes gregoriensis* n. sp.

Estas cinco nuevas especies, junto con otras dos que resultaron además ser nuevo género y se describen en trabajos aparte, han aparecido en el muestreo llevado a cabo en el verano del año 1992, para el estudio de los ácaros oribátidos de pinares incendiados de un sector de la cara sur de la Sierra de Gredos (Avila) (GIL-MARTIN et SUBIAS, *in litt.*).

2.- MATERIAL Y METODOS

Todas las localidades en que se han encontrado los ejemplares de las series típicas de las nuevas especies aquí descritas, pertenecen al muestreo realizado para el estudio antes referido, y los códigos con que aparecen son los utilizados en ese estudio global del que el presente trabajo es resultado parcial (ver ITURRONDOBEITIA et GIL-MARTIN, *in litt.*).

En la descripción de las especies, se han seguido la caracterización y la terminología, sobre los rasgos morfológicos del cuerpo de los Oribátidos, ofrecidas por PEREZ-IÑIGO (1969), BALOGH (1972), SUBIAS (1978), y MAHUNKA et ZOMBORI (1985).

Todo el material estudiado -serie típica-, se encuentra conservado en tubos con ácido láctico al 70 % o en preparaciones semipermanentes con líquido de Hoyer, y depositado en el Departamento de Biología Animal I (Cátedra de Entomología) de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.

Las *derivatio nominis* de todas las especies descritas en el presente trabajo, han sido realizadas por el primer autor.

3.- RESULTADOS Y DISCUSION

Brachychthonius amistosus n. sp.

Descripción:

Dimensiones y tegumento:

Longitud: 150-187.5 μm ; anchura: 75-81.25 μm .

De color blanquecino, debido a un muy débil esclerosamiento de su cutícula.

Ornamentación prácticamente inexistente tanto en el prodorso como en el primer segmento notogastral (CD), y sencilla y poco marcada en los dos segmentos restantes (E y PY), donde se presenta prácticamente reducida a sendas líneas longitudinales latero-mediales, que distinguen tres porciones en el segmento, dos laterales y una media -típico en todo el grupo-.

Prodorso (Fig. 1. a):

Borde del rostro finamente aserrado. Setas en general todas lisas y ocupando su posición habitual. Setas rostrales de mayor tamaño, setas lamelares, interlamelares y exobotrídicas anteriores pequeñas y curvadas, y setas exobotrídicas posteriores ausentes.

Botridio típico de toda la familia Brachychthoniidae y sensilo, también de forma habitual, fusiforme con la cabeza cubierta de varias hileras de bárbulas o cortos pelos.

Notogáster (Fig. 1. a):

Setas notogastrales en número y posición habituales, en general, muy cortas y lisas, excepto las c_2 y c_3 que están ligeramente barbuladas por su borde externo.

Caracteres laterales:

Se corrobora en esta posición, tanto la barbulación de las setas notogastrales c_2 y c_3 como la inexistencia de las setas exobotrídicas posteriores (exp), aunque si está presente el alvéolo.

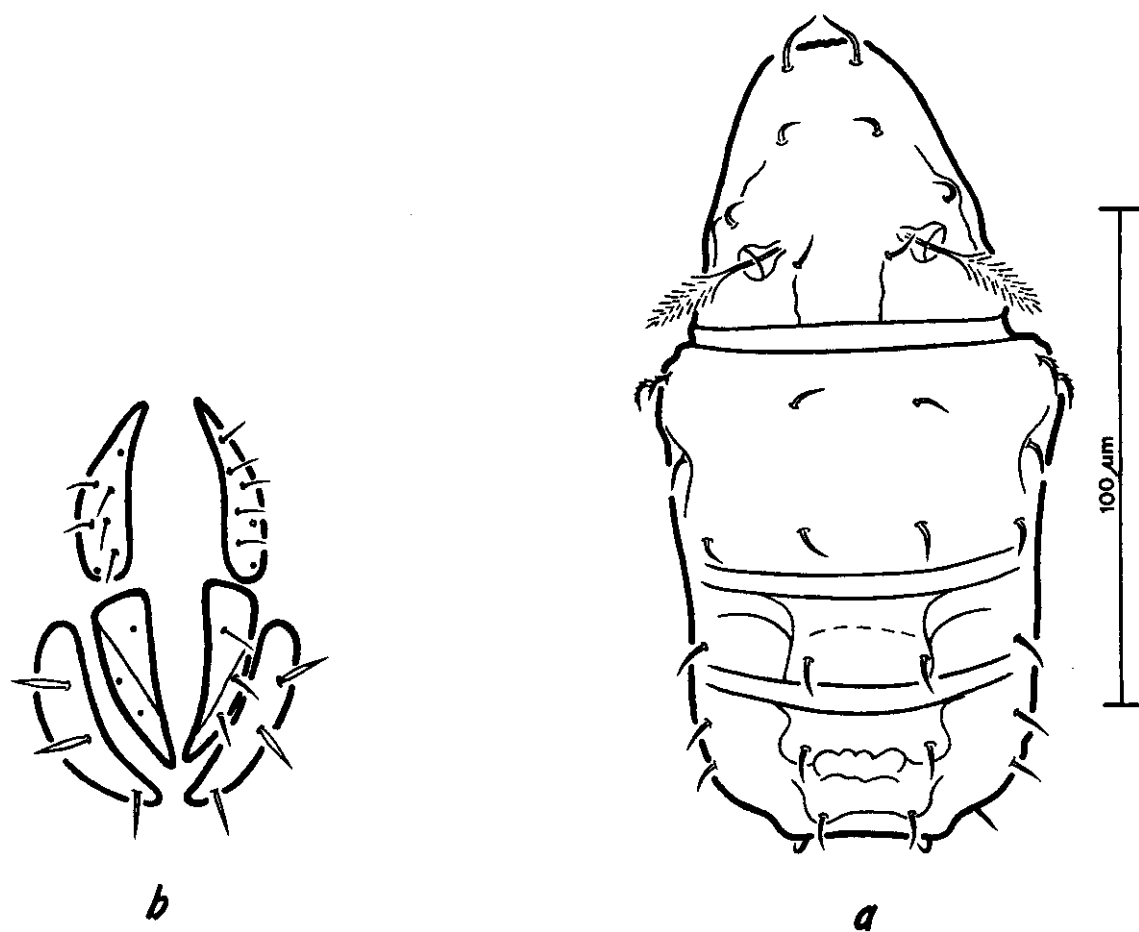


Figura 1. *Brachychthonius amistosus* n. sp.; visión dorsal (a), región genito-anal (b).

Se observa, como es característico, la placa suprapleural *SpE*, y no se aprecia que la seta c_j esté implantada sobre la placa suprapleural *SpC*.

Región genito-anal (Fig. 1. b):

Placas genitales con los siete pares habituales de setas, cortas, lisas y muy finas. No se han observado ni placas ni setas adgenitales.

Placas preanales y anales con uno y dos pares de setas, respectivamente, también cortas, lisas y muy finas. Placas adanales con tres pares de setas más robustas que las anteriores, siendo las ad_2 y ad_3 más gruesas que las ad_1 .

Las setas que no se han dibujado -preanal, anales y algunas genitales, y la notogastral ps_7 , ha sido por mantener la fidelidad al ejemplar designado como holotipo, si bien éstas si se hallan presentes en la especie y ofrecen las mismas características que sus semejantes, según se constata con la observación de los otros ejemplares de la serie típica.

Discusión:

Realizada la exhaustiva revisión de los *taxa* actualmente descritos dentro del género, y consultando de un modo especial una de las más recientes y completas obras de revisión de la familia, en general, y del género, en particular, (MORITZ, 1976), se puede concluir que los ejemplares estudiados -que se propone corresponden a una nueva especie- no se parecen a ninguno de los allí descritos, asemejándose únicamente a los de la especie *Brachychthonius pseudoimmaculatus* descrita posteriormente por SUBIAS et GIL (1991) a partir de muestras del Cabo de San Vicente (Portugal).

La nueva especie se diferencia de la referida como semejante, en que: (1) presenta la esculturación del prodorso y primer segmento del notogáster muy tenue o prácticamente inexistente, y con dibujos apenas definidos en los segmentos segundo y tercero del notogáster, y (2) presenta las setas notogastrales c_2 y c_3 ligeramente barbuladas -la otra sólo muestra bárbulas en la última-.

Material tipo:

Se cuenta con tres ejemplares de esta especie, uno de ellos designado holotipo y dos paratipos, conservados en ácido láctico al 70 %. Fueron colectados en las localidades y muestras que a continuación se indican: uno en P1CS (Arenas de San Pedro 1, centro, superficie), uno en G2CS (Guisando 2, centro, superficie) y uno en G1CP (Guisando 1, centro, profundidad).

Derivatio nominis:

El nombre específico de este nuevo taxón, se dedica: (1) a uno de los valores supremos que rigen las relaciones entre los seres humanos, la amistad, y (2) a los seres en quienes ese valor toma cuerpo y significado, los amigos.

Hermanniella issanielloides n. sp.

Descripción:

Dimensiones y tegumento:

Longitud: 543.75-612.5 μm ; anchura: 325-350 μm .

Coloración general pardo oscura, habitual en el género, y "aspecto" general parecido a una "*Issaniella*".

Prodorso (Fig. 2. a):

Superficie del prodorso ligeramente granulada, y en su parte anterior, desde la altura de los botridios hasta el rostro, con depresiones o fosetas abiertas.

Rostro de forma redondeada, y setas rostrales de gran tamaño, barbuladas, ligeramente recurvadas hacia el eje del cuerpo e insertas en ambos márgenes laterales del rostro. Setas lamelares de tamaño semejante que las rostrales, barbuladas e insertas sobre unos patentes salientes laterales, visibles dorsalmente. Setas interlamelares ligeramente más robustas que las anteriores e igualmente barbuladas, y que se insertan sobre una visible línea interbotrídica determinada por un marcado cambio de pendiente.

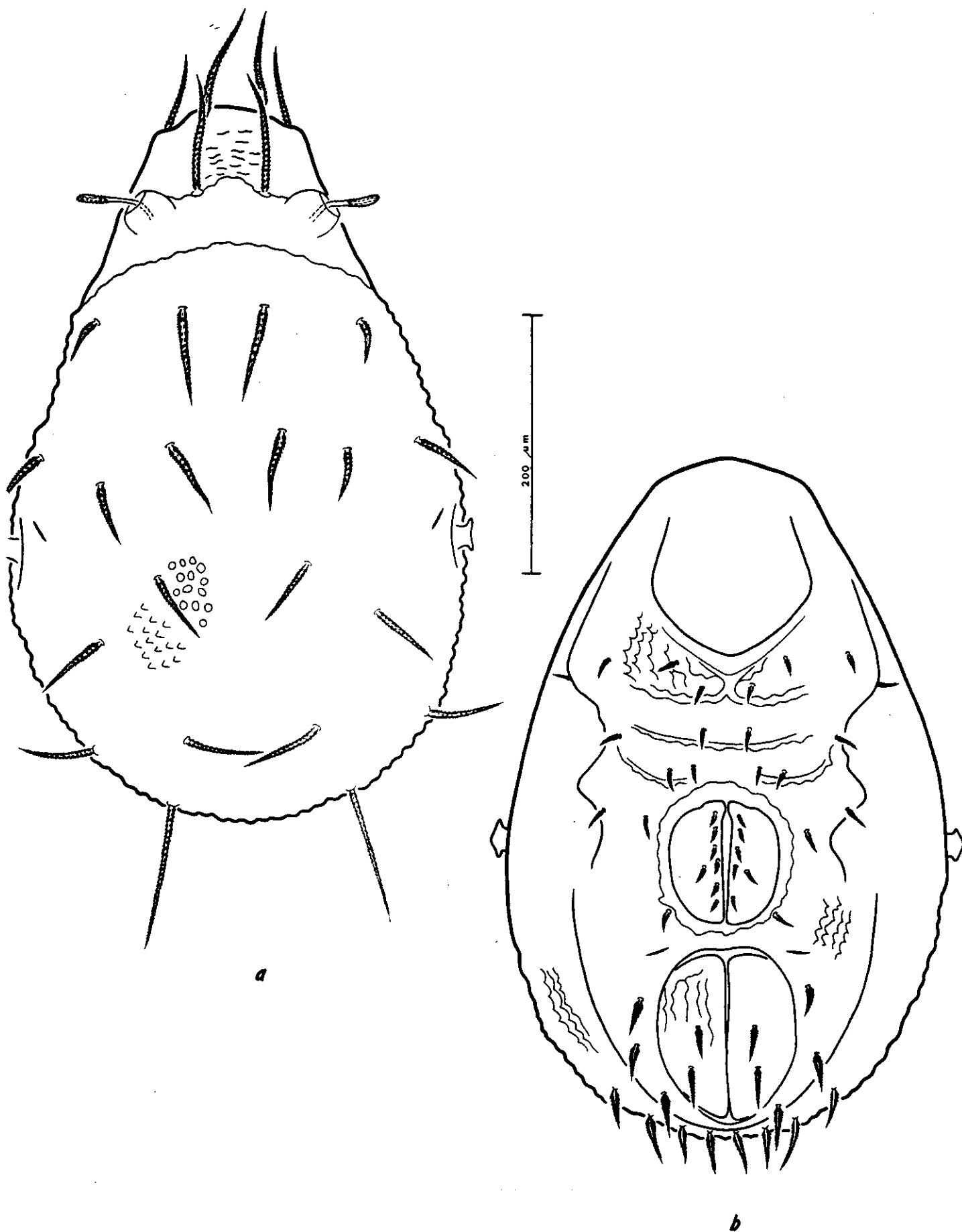


Figura 2. *Hermannietta issanielloides* n. sp.; visión dorsal (a), visión ventral (b).

Botridios grandes, prominentes y en forma de copa, y sensilos de una longitud aproximadamente la mitad que una seta interlamelar, con un tallo liso y una cabeza fusiforme, estrecha y cubierta por varias filas de finos cilios. Setas exobotrídicas situadas por detrás y cerca del botridio, muy cortas - espiniformes- y no visibles dorsalmente.

Notogáster (Fig. 2. a):

La exuvia tritoninfa que lo cubre presenta una esculturación constituida por una masa regular de montículos y depresiones que se hace más evidente en las zonas laterales donde se ven de perfil, y porta diez pares de setas -en su posición habitual- robustas, espiniformes y barbuladas, destacando el último par, más largo, erecto y dirigido hacia atrás. Fisuras *im* bien visibles y situadas en su posición habitual. Los cinco pares de setas notogastrales posteromarginales se explican desde donde mejor se observan, por el lado ventral.

Lado ventral (Fig. 2. b):

Setas posteromarginales del notogáster insertas de un modo ligeramente ventral, de tamaño semejante entre si -aproximadamente la mitad que las setas exuviales- y con un tallo o eje central densamente ciliado por ambos bordes.

Toda la region ventral presenta una cutícula con salientes unidos unos a otros formando hileras de aspecto "aserrado". Setas coxiesternales pequeñas y densamente barbuladas, y dispuestas siguiendo la formula 3-1-3-2. Placas genitales portando siete pares de setas (en el ejemplar dibujado la derecha sólo presenta seis y no se aprecia el alveolo de la séptima) semejantes a las epimerales, aunque algo más pequeñas. Se observa un par de setas adgenitales semejantes a las coxiesternales. Las placas anales presentan la superficie con líneas de diseño algo menos dentado que la placa ventral, y portan dos pares de setas semejantes a las posteromarginales (y adanales), pero más estilizadas que éstas. Se observan los tres pares de setas adanales en su posición habitual. Las fisuras adanales (*iad*) se encuentran en posición transversal al eje del cuerpo y a la altura del borde anterior del orificio anal.

Patas:

Los tarsos de las patas son todos monodáctilos.

Discusión:

Su parecido a *Issaniella* Grandjean, 1962, mencionado con anterioridad, viene de su esculturación notogastral, y del gran desarrollo y abertura lateroanterior del botridio.

Esta especie se diferencia bien de la mayoría de las hasta ahora descritas en el género por: (1) sus modestas dimensiones -dentro del género- (544-612 x 325-350 μ m), (2) su escultura notogastral (con tubérculos y valles, regulares en forma y homogéneamente distribuidos), (3) su sensilo de tallo relativamente corto y cabeza muy barbulada, y (4) sus setas del lado ventral barbuladas.

Concretando, por la forma del sensilo se acercaría a las especies *Hermanniella granulata* (Nicolet, 1855) y *Hermanniella incondita* Pérez-Iñigo, 1987, pero la primera especie es de un tamaño medio algo superior y la segunda muy superior, y ambas presentan una muy diferente esculturación notogastral; observándose asimismo diferencias en la características de las setas de todo el lado ventral.

Por las dimensiones y la ornamentación notogastral, mediante tubérculos, se acercaría a las especies *Hermanniella mastyx* Mahunka, 1983 y *Hermanniella clavasetosa* Hammer, 1966, diferenciándose de ambas principalmente por la forma del sensilo y la longitud y forma de las setas notogastrales. No obstante las diferencias expuestas con respecto a estas dos últimas especies, debe hallarse, por su aspecto general, más próxima a ellas que a las que se ofrecieron en la primera comparación, si bien *H. mastyx* y *H. clavasetosa* fueron descritas de latitudes muy distantes a donde apareció la nueva especie: Tanzania (MAHUNKA, 1983) y Nueva Zelanda (HAMMER, 1966), respectivamente.

Material tipo:

Se cuenta con ocho ejemplares de esta especie, uno ha sido designado holotipo y el resto son los paratipos, todos ellos

conservados en ácido láctico al 70 %. Fueron colectados en las localidades y muestras que a continuación se indican: dos en G1CS (Guisando 1, centro, superficie) y seis en G1CP (Guisando 1, centro, profundidad).

Derivatio nominis:

El nombre específico otorgado a este nuevo taxón, refleja el gran parecido en el aspecto general (que nos llevó a dudar inicialmente de su ubicación taxonómica), que presentan estos ejemplares con los de especies ubicadas dentro del género *Issaniella*.

Ctenobelba pulchellula n. sp.

Descripción:

Dimensiones y tegumento:

Longitud: 456.25 µm; anchura: 237.5 µm.

Coloración entre amarillo ocráceo y marrón claro, y ornamentación general cerotegumentaria de toda la superficie del cuerpo -incluidas las placas genital y anal en el lado ventral- determinada por un denso granulado en forma de estrella, irregulares en la forma de su borde y en tamaño.

Prodorso (Fig. 3. a):

Rostro redondeado, y lamelas bien marcadas, prácticamente rectas, bastante próximas entre sí y de disposición ligeramente convergente hacia el extremo distal -que es redondeado-. Setas rotrales insertas dorsalmente, de buen tamaño, lisas y curvadas hacia el eje del cuerpo; setas lamelares insertas en el extremo distal de las cóstulas lamelares, dirigidas hacia adelante, de tamaño semejante a las rotrales -no llegan al borde del rostro-, lisas y prácticamente rectilíneas; y setas interlamelares insertas al comienzo de las cóstulas lamelares, de tamaño la mitad que las lamelares y también lisas.

Botridio con escama o espolón posterior, y sensilo pectinado habitual, con un tallo largo y de final puntiagudo, y cinco ramas laterales de longitud decreciente desde la base hacia el extremo.

Notogáster (Fig. 3. a)

Borde anterior casi rectilíneo y sólo ligeramente cóncavo hacia el prodorso, con dos líneas sobre la superficie que determinan sendas ligeras prominencias dorsales a modo de "hombros" a la altura de los botridios. Todo el reborde exterior del notogáster, presenta un aspecto aserrado, que se corresponde con la visión lateral del granulado de la superficie. Diez pares de setas notogastrales -aunque en el lado derecho en el holotipo dos han desaparecido, probablemente las p_3 y h_2 -, bien patentes, con un tallo central que acaba en un flagelo a veces en forma de "látigo" y un amplio reborde hialino aserrado presente desde su base en la mitad o tres cuartas partes de la seta. Las setas posteriores curvadas hacia el lado ventral. Fisuras im , la del lado izquierdo en su posición normal y la del lado derecho muy por delante de la seta la .

Lado ventral (Fig. 3. b):

No se han observado varias de las setas coxiesternales, probablemente debido a que el ejemplar base de esta descripción se encuentra recubierto en esa zona de restos de materiales del suelo, aunque quizá también pueda haberse depilado parcialmente en alguna fase del proceso de manipulación. Los epímeros están bien marcados. La ornamentación de la región ventral es la descrita para toda la superficie del animal, y presentándose también en las placas genitales y anales.

Placas genitales de un tamaño la mitad que la anales y portando seis pares de setas lisas y muy pequeñas. Setas adgenitales, tres pares, lisas y de tamaño algo mayor que las genitales (en la mayor parte sólo observable el alveolo, por desprendimiento de la seta). Placas anales con dos pares de setas grandes y lisas, y zona adanal con tres pares de setas semejantes a las anales, y con fisuras iad en situación y posición habituales, entre la setas ad_2 y ad_3 y paralelas al borde de la placa.

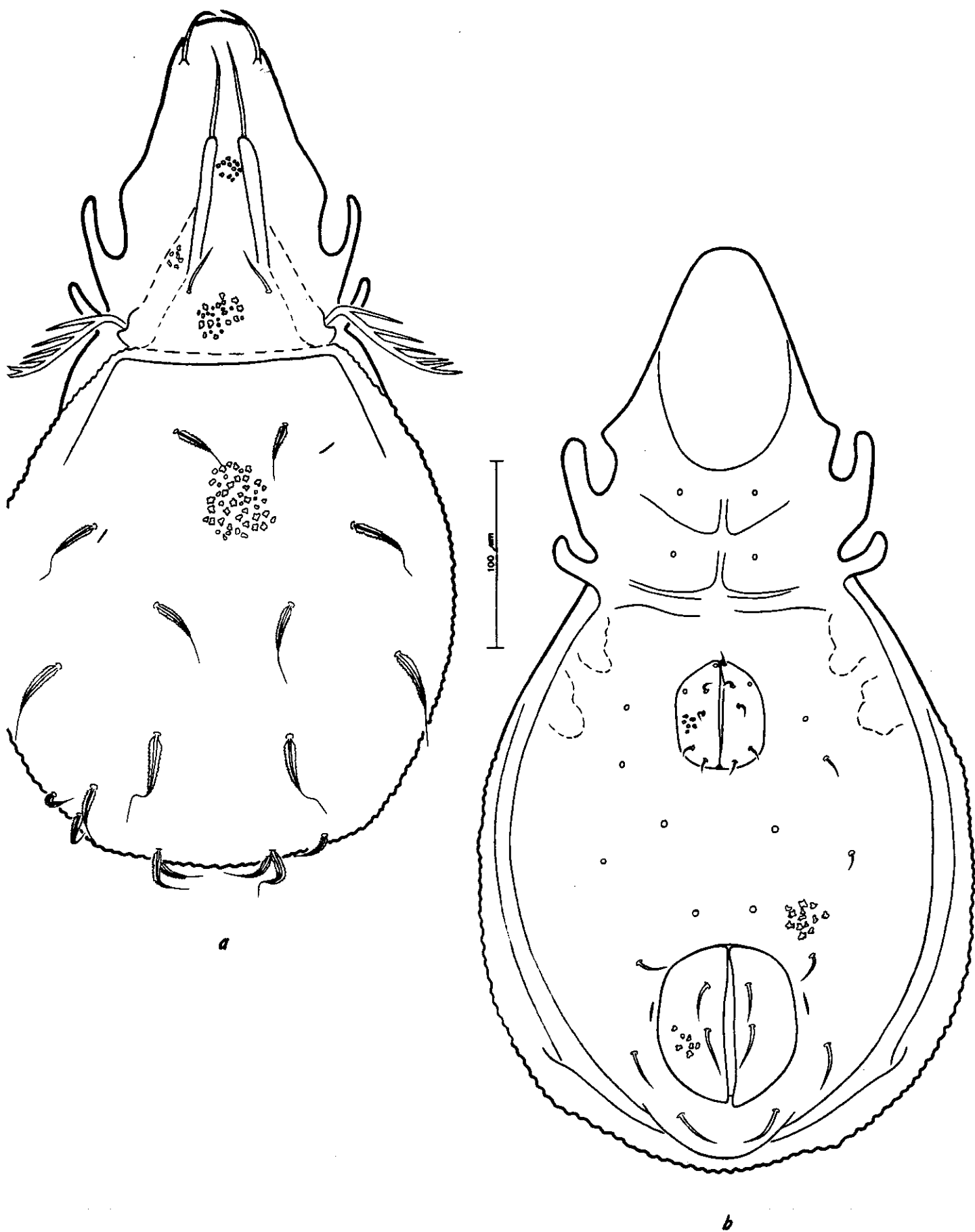


Figura 3. *Ctenobelba pulchellula* n. sp.; visión dorsal (a), visión ventral (b).

Patas:

Todos los tarsos son monodáctilos.

Discusión:

Esta especie presenta semejanzas con *Ctenobelba foliata* Hammer, 1961 y con *Ctenobelba parafoliata* Pérez-Iñigo Jr., 1991, ambas especies de dimensiones parecidas y con setas notogastrales con tallo, ensanchamiento hialino -en forma de hoja- y flagelo distal.

Se diferencia esta especie de *C. foliata*, porque: (1) las setas notogastrales c_2 y lm no son significativamente más pequeñas que el resto, (2) el borde externo del ensanchamiento hialino de las setas notogastrales es claramente aserrado, (3) el estrellado que significa la ornamentación general del cerotegumento también se halla presente en el prodorso, y (4) las setas interlamelares son de una longitud la mitad que las lamelares. Ni en la descripción original de la especie (HAMMER, 1961) ni en subsiguientes redescripciones, se hace la caracterización del lado ventral, por lo que no se puede contrastar desde esta perspectiva.

Se diferencia esta especie de *C. parafoliata*, porque: (1) el extremo distal de las setas notogastrales acaba en un largo, y a veces recurvado, flagelo, (2) presenta un característico estrellado cuticular como ornamentación general tanto dorsal como ventral, (3) las cóstulas lamelares están más juntas, (4) las setas interlamelares son lisas y más cortas que las lamelares, y (5) el sensilo presenta cinco ramas laterales. Además nuestro holotipo, presenta unas dimensiones algo inferiores al mínimo ofrecido por PEREZ-IÑIGO Jr. (1991) en la descripción de *C. parafoliata*.

Material tipo:

Se cuenta con un único ejemplar de esta especie, el holotipo, que se encuentra conservado en ácido láctico al 70 %, y que fue colectado en la localidad y muestra V1CP (Cuevas del Valle 1, centro, profundidad).

Derivatio nominis:

Nombre específico dedicado a esa persona encantadora que con su existencia alienta mi vida.

Xenillus arilloi n. sp.

Descripción:

Dimensiones y tegumento:

Longitud: 775-1000 μm ; anchura: 487.5-625 μm .

Coloración del cuerpo, pardo oscuro.

Prodorso (Fig. 4. a):

Rostro amplio y redondeado, en cuyo borde se insertan, aunque se observan con dificultad, las setas rostrales pequeñas y recuadas hacia el lado ventral

Lamelas anchas cubriendo gran parte de la superficie del prodorso, llegando casi al rostro, con su borde externo muy cercano y paralelo al borde exterior del prodorso y sus bordes internos fusionados en la base y muy próximos entre si a lo largo de la mitad anterior de su recorrido. Presentan sendas líneas bien patentes cercanas al margen externo, y el extremo de la cúspide lamelar truncado o ligeramente cóncavo, con el ángulo interno en forma de diente visible aunque muy poco marcado y el ángulo externo completamente redondeado. Setas lamelares insertan sobre el ángulo externo de la cúspide lamelar, fuertemente curvadas hacia el eje del cuerpo, de modesto tamaño y finísimamente barbuladas. No se han observado setas ni alveolos en la región interlamelar. Botridios totalmente tapados por el borde anterior del notogáster, con sensilos fusiformes formados por un tallo corto y un ensanchamiento distal mazudo, todo él recubierto de hileras de finas bárbulas. En la superfice del prodorso no se hace evidente ningún tipo de relieve u ornamentación. No se ha apreciado la existencia de mucrón entre las lamelas, pero la superfie del prodorso no se observa del todo nítida por lo que no se puede afirmar que carezca de él.

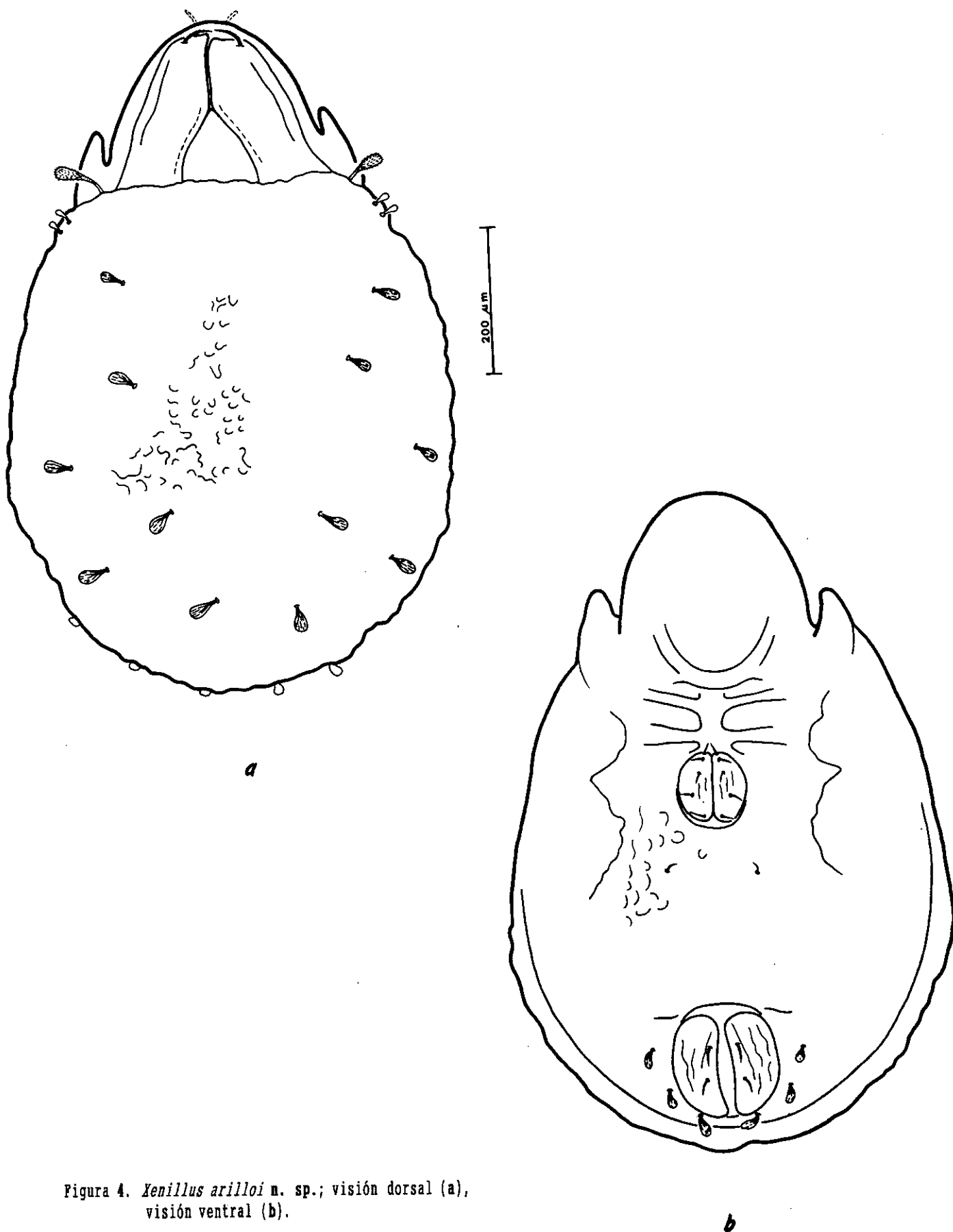


Figura 4. *Xenillus arilloi* n. sp.; visión dorsal (a),
visión ventral (b).

Notogáster (Fig. 4. a):

Forma general, notablemente ancho; su borde anterior es prácticamente recto y el aspecto de todo su borde libre exterior es rugoso, como corresponde a la visión lateral de la fuerte ornamentación notogastral. En efecto, la ornamentación de la superficie del notogáster se corresponde con un relieve rugoso constituido por un "laberinto de canales y crestas" de diseño o distribución muy irregular. Setas notogastrales en número habitual, 11 pares -si bien en el lado derecho se observan sólo diez, faltando la seta p_3 -, de tamaño medio-grande y con forma de raqueta. Los dos pares anteriores de menor tamaño y situadas en la región humeral insertas a poca distancia del borde notogastral, y los tres pares posteriores insertos sobre el mismo borde posterior del notogáster. No se observan las fisuras de esta región del cuerpo debido a la ornamentación tegumentaria notogastral fuertemente rugosa.

Lado ventral (Fig. 4. b):

La ornamentación de toda la placa ventral es muy semejante a la del notogáster, estando constituida en las placas genitales y anales por una serie de líneas longitudinales. Los apodemas epimerales se encuentran bien marcados, pero no se han encontrado setas en toda la región epimeral. Setas genitales, cinco pares, setiformes, pequeñas y lisas; setas adgenitales, un par, semejantes a las genitales y recurvadas en su extremo; setas anales, dos pares, mayores que las genitales y también lisas, y setas adanales, tres pares, de forma semejante a las notogastrales, de mayor tamaño las ad_1 y más pequeñas las ad_2 y ad_3 . Las fisuras iad curvadas, situadas a la altura del ángulo anterior de la abertura genital y en posición transversal al eje del cuerpo y a la línea de apertura de las placas anales.

Patas:

Los fémures presentan quillas ventrales, y todos los tarsos son tridáctilos.

Discusión:

Esta especie presenta cierta similitud general, en la ornamentación del notogáster y en la forma del sensilo y de las setas notogastrales, así como en las dimensiones dadas para la especie por ARRIBAS *et al.* (1984), con *Xenillus clavatopilus* Mihelčič, 1966, si bien se diferencia de ella abiertamente por: (1) la forma de las cúspides lamelares, aquí completamente romas -más parecido en las lamelas a *Xenillus clypeator* Robineau-Desvoidy, 1839-, (2) la posición, muy extraña a nivel genérico, de las fisuras *iad*, a la altura del ángulo anterior de las placas anales perpendiculares al eje sagital/logitudinal del cuerpo, y (3) la forma de las setas anales, aquí setiformes. Además, las setas notogastrales, si bien las de la referida especie son las más semejantes por su aspecto general, son aquí más cortas y ensanchadas.

También se asemeja esta especie a *Xenillus penicilliger* Csiszár, 1961, por los mismos caracteres en que se acercaba a la anteriormente comparada, siendo caracteres diferenciales de la nueva especie propuesta: (1) la irregularidad de las formas que dibujan la ornamentación notogastral, lejos de las regulares foveolas de la especie comparada, y (2) la forma de las setas lamelares, no ensanchadas en su extremo. Además el tamaño de las setas notogastrales parece menor en *X. penicilliger*. Las características ventrales no se pueden contrastar convenientemente, ya que CSISZAR (1961) no ofrece sino una brevísima reseña de esta visión, sin dibujo desde esa perspectiva.

Si ciertamente la especie descrita no presenta mucrón, que como se ha dicho no se ha podido observar, se diferenciaría también por ello de las especies contrastadas.

Material tipo:

Se cuenta con dos ejemplares de este especie, uno de ellos designado holotipo y un paratipo, conservados en ácido láctico al 70 %, y colectados en la localidad y muestra E1PS (San Esteban del Valle 1, periferia, superficie).

Derivatio nominis:

Dedicado a mi compañero el Dr. Antonio Arillo, por su ayuda en el intento de descifrar el contenido de este pequeño mundo y por su estimable contribución al conocimiento de los Oribátidos.

Carabodes gregorioi n. sp.

Descripción:

Dimensiones y tegumento:

Longitud: valores extremos de 212.5 y 412.5 μm , y media de 362 μm ; anchura: valores extremos de 150 y 200 μm , y media de 169 μm .

Coloración marrón oscuro y aspecto general parecido a un *Odontecephus*.

Prodorso (Fig. 5. a):

Rostro redondeado, y lamelas largas -sobrepasando ligeramente el límite del rostro-, anchas y ligeramente convergentes hacia el extremo distal. Setas interlamelares insertas en la parte central de la zona basal de la lamela -algo por delante de la altura botridio-, largas, robustas, recubiertas de varias hileras de cortos cilios y ligeramente recurvadas hacia el eje de cuerpo; setas lamelares insertas en el ángulo externo de la cúspide lamelar ligeramente por dentro del borde, de tamaño y aspecto semejante a las interlamelares y fuertemente recurvadas hacia el eje del cuerpo; y setas rostrales de características semejantes a las lamelares y de un tamaño ligeramente inferior.

La superficie del prodorso se halla cubierta de un denso punteado, y en su zona basal -cerca de la sutura disyugal- con un par de áreas claras de diseño circular. Sensilo fusiforme, formado por un largo tallo y una cabeza, que resulta un engrosamiento distal del tallo sin solución de continuidad, cubierta de unas líneas o cilios, que en el reborde apical se manifiestan como una rugosidad ligerísima y apenas perceptible.

Notogáster (Fig. 5. a):

Borde anterior rectilíneo, tendiendo a ligeramente convexo. Presenta dos pequeños y agudos salientes humerales dirigidos hacia adelante. La ornamentación de su cutícula, fuertemente esclerosada y punteada en toda su superficie, se compone de una densa masa de patentes foveolas de forma redondeada, aunque heterogéneas en forma y tamaño. Se observa una línea, de borde sinuoso -debido al foveolado dorsal-, que viene determinada por un acusado cambio de pendiente que discurre paralela al borde exterior del notogáster, y cercana y por fuera de la inserción de las setas la , h_2 y h_1 . Presenta diez pares de setas notogastrales en su posición habitual, más robustas que las prodorsales -algo más cortas y gruesas-, igualmente recubiertas de hileras de cortos cilios, y casi todas recurvadas hacia el eje de cuerpo.

Un ejemplar de la serie típica de esta nueva especie presentaba lo que consideramos debe corresponder a una anomalía quetotóxica en la posición c_2 , donde aparecían partiendo del mismo alveolo dos setas del mismo tamaño y semejantes a las descritas en el holotipo.

Lado ventral (Fig. 5. b):

Toda la placa ventral se halla recubierta de un foveolado semejante al dorsal pero algo más tenue, siendo éstas foveolas de menor tamaño en las placas anales y presentando como excepción simplemente un ligero estriado en la placas genitales. Se observan bien marcados todos los apodemas en la región epimeral, y la fórmula quetotóxica habitual 3-1-3-3, siendo estas setas coxisternales pequeñas y barbuladas. Setas genitales, cuatro pares, pequeñas y lisas; setas adgenitales, un par, semejantes a las epimerales; setas anales, dos pares, mayores que las epimerales y genitales y finamente barbuladas, más pequeñas las del par anterior que las del posterior; y setas adanales, tres pares, de tamaño y características semejantes a las anales, parecidas en tamaño las del par anterior de anales y las ad_3 -que están en posición preanal- y las del par posterior de anales y

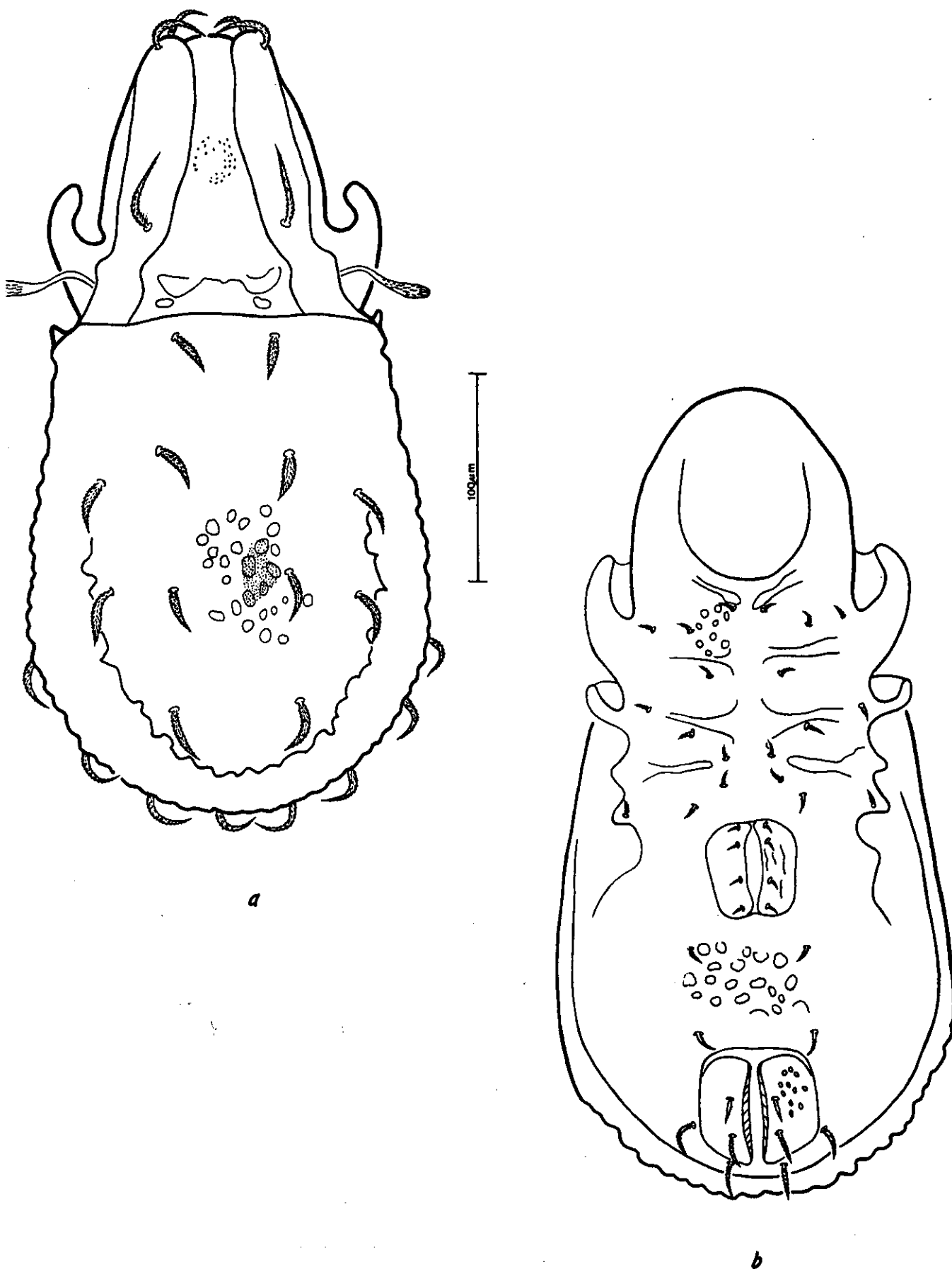


Figura 5. *Carabodes gregorioi* n. sp.; visión dorsal (a), visión ventral (b).

las ad_1 y ad_2 -que están en posición postanal-. Debido al fuerte esclerosamiento de su cutícula, no han podido ser observadas las fisuras iad (como no se pudieron observar dorsalmente la fisuras in).

Patas:

Todos los tarsos son monodáctilos.

Discusión:

Consultadas y analizadas las numerosas descripciones originales de todas las especies del género, mayoritariamente reseñadas en la revisión que realiza MAHUNKA (1987) de la familia Carabodidae C. L. Koch, 1836, no se ha encontrado igualdad con ninguna de ellas, observándose únicamente semejanza con dos especies: *Carabodes palmifer* Berlese, 1904 y *Carabodes areolatus* Berlese, 1916, encuadrables dentro de un grupo caracterizado por tener el cuerpo con forma general alargada, el borde anterior del notogáster truncado o algo curvado, y las lamelas largas, con bordes bien marcados y paralelas.

Tanto la nueva especie como las dos referidas para contrastar, presentan un foveolado o areolado notogastral semejante, sin embargo mientras que en *C. gregorioi* n. sp. y *C. palmifer* el prodorso no presenta areolas, en *C. areolatus* si hay. Se ha tenido en cuenta a la hora de tener en consideración la ausencia de areolas en el prodorso de *C. palmifer*, la redescrición que de la especie de Berlese hace BERNINI (1970), si bien este autor considera sinónimo suyo a *Carabodes peniculatus* Aoki, 1970, y sin embargo en la descripción de ésta (AOKI, 1970) se aprecia el prodorso claramente areolado.

La nueva especie se diferencia de las dos anteriores por tener: (1) un tamaño medio más pequeño -312,5 x 175 μ m- (GIL-MARTIN et SUBIAS, *op. cit.*) , (2) setas notogastrales robustas, con el extremo en punta y densamente ciliadas, y (3) sensilo de tallo largo, fusiforme y con la cabeza finamente ciliada. En *C.*

palmifer, de dimensiones: 460 X 220 µm según BERLESE (1904), las setas notogastrales son mucho más cortas, y de cabeza roma y con el extremo ciliado, y el sensilo es asimismo muy corto. En *C. areolatus*, de dimensiones: 440 X 235 µm según BERLESE (1916), las setas notogastrales, también robustas, no acaban en punta, sino en una serie de espinas apicales a distinto nivel, y el sensilo presenta el extremo truncado y aserrado por largas espinas.

Material tipo:

Se dispone de cuarenta y tres ejemplares de esta especie, el holotipo y cuarenta paratipos conservados en ácido acético al 70 %, y dos paratipos montados en preparación semipermanente con líquido de Hoyer. Fueron colectados en las localidades y muestras que a continuación se indican: tres en G3PP (Guisando 3, periferia, profundidad), siete en P1CS (Arenas de San Pedro 1, centro, superficie), nueve en P1CP (Arenas de San Pedro 1, centro, profundidad), uno en P1PP (Arenas de San Pedro 1, periferia, profundidad), dos en H2CP (El Hornillo 2, centro, profundidad), uno en G4PS (Guisando 4, periferia, superficie), ocho en C1CP (Candeleda 1, centro, profundidad) y doce en C1PP (Candeleda 1, periferia, profundidad).

Derivatio nominis:

Dedicada a la persona que compartió conmigo los esfuerzos del muestreo en el monte, Gregorio Martín , por su generosidad y su desinteresada aportación en la ampliación de los horizontes de nuestro conocimiento.

PUBLICACION 4

***Paternoppiinae* n. subfam. de pinares incendiados de la Sierra de Gredos (Avila, España), con descripción de *Paternoppia andalusicabulensis* n. gen., n. sp. (Acari, Oribatida, Oppiidae).**

J. Gil-Martín, L. S. Subías & A Arillo. *Acarologia*.

1.- INTRODUCCION

Como resultado de un estudio faunístico y ecológico realizado sobre Acaros Oribátidos de pinares incendiados en la vertiente Sur de la Sierra de Gredos (GIL-MARTIN *et* SUBIAS, *in litt.*), se colectó en una localidad de Candeleda -quemada hacía un año-, zona concreta del interior de la Península Ibérica conocida por la benignidad de sus condiciones microclimáticas como "la Andalucía de Avila", una especie perteneciente a la familia Oppiidae Grandjean, 1951, que finalmente resultó ser nuevo género y nueva especie para la Ciencia, y para cuyo encuadre en la sistemática general de los Oppidos (SUBIAS *et* P. BALOGH, 1989) ha sido necesario crear una nueva subfamilia (Andalucía es la Región de España situada más al Sur y por tanto más termófila de la Península Ibérica).

Siguiendo la caracterización y diagnosis de subfamilias y géneros dentro de la citada familia ofrecida por SUBIAS *et* P. BALOGH (*op. cit.*), el nuevo oribátido encontrado presenta un conjunto de caracteres que le sitúan cercano a las subfamilias Multioppiinae Balogh, 1983 y Antillooppiinae Mahunka, 1985, si bien presenta una serie de particularidades en rasgos de importancia diagnóstica que le separarían de todas las subfamilias hasta ahora consideradas. Asimismo, y como resulta lógico, este nuevo oribátido gredense, por las mismas razones anteriores, constituye un nuevo género y una nueva especie de Oppido.

A continuación se realiza una completa diagnosis y descripción, de los nuevos taxones creados para la caracterización del nuevo ácaro edáfico referido en este breve introducción.

2.- RESULTADOS Y DISCUSION

***Paternoppiinae* n. subfam.**

Al tratarse de una nueva subfamilia que se crea para un nuevo género (y nueva especie), no existiendo por el momento ningún otro género que pueda considerarse encuadrado dentro de ella -y teniendo en cuenta que los rasgos diagnósticos para la separación de ambos niveles taxonómicos en Oppidos son en general coincidentes-, los caracteres que se darán como diagnósticos para

la subfamilia, en general y mientras no aparezcan más géneros semejantes, se consideran también propios del género que se describe. Consideramos que cuando se describan, en su caso, nuevos géneros que pudiesen ubicarse dentro de la nueva subfamilia ahora propuesta, debería hacerse una diagnosis diferencial a nivel genérico (del género tipo, *Paternoppia*, con respecto al que pudiese describirse).

La nueva subfamilia se caracterizaría por presentar: (1) el prodorso sin cóstulas o líneas lamelares ni translamelar, (2) el rostro hendido o escotado, (3) el sensilo fusiforme biciliado, (4) el borde anterior del notogáster redondeado, sin cresta y sin procesos humerales, (5) un modelo original de reducción de la quetotaxia notogastral, con siete pares de setas, donde faltan las setas p_2 y p_3 y la c_2 se ve reducida al alveolo, (6) las placas genitales y anales grandes y próximas entre si, sobre todo por el gran desarrollo de las primeras, (7) seis pares de setas genitales, (8) las setas adanales ad_3 ausentes, y (9) las fisuras iad apoanales inversas.

Discusión:

La nueva subfamilia propuesta se asemejaría a *Multioppiinae* Balogh, 1983, fundamentalmente por presentar el borde anterior del notogáster sin cresta y el sensilo biciliado, y a *Antillooppiinae* Mahunka, 1985, básicamente por presentar las placas anales y genitales grandes y muy próximas; además, por estar ausente la seta p_3 . Sin embargo, *Paternoppiinae* se diferencia de *Multioppiinae* por presentar esta última: rostro no hendido, setas notogastrales p_2 y p_3 desarrolladas, placas anales y genitales de tamaño normal y bien separadas, cuatro o cinco pares de setas genitales, setas adanales ad_3 desarrolladas, y fisuras iad paraanales o apoanales directas, y se diferencia de *Antillooppiinae* por presentar ésta: rostro no hendido, sensilo aciculado, cresta notogastral, setas notogastrales c_2 bien desarrolladas, ausente sólo la seta notogastral p_2 , cinco pares

de setas genitales, dos pares de setas adgenitales, setas adanales *ad*, desarrolladas, y fisuras *iad* paraanales.

Género tipo: *Paternoppia* n. gen.

Tomando en cuenta el comentario inicial de la diagnosis previa, y teniendo presente por tanto que varios de los caracteres que se han expuesto anteriormente podrían con el tiempo pasar a ser diferenciadores de géneros dentro de la nueva subfamilia, el nuevo género se caracterizaría también por presentar setas rostrales acodadas, y una disposición de los siete pares de setas notogastrales, con tendencia a alinearse formando dos hileras a lo largo del notogáster.

Especie tipo: *Paternoppia andalusicabulensis* n. sp. (se describe a continuación).

Descripción:

Dimensiones y tegumento:

El ejemplar estudiado tiene unas dimensiones de 150 x 81 μ m. El color es blanquecino debido a su escaso esclerosamiento.

Prodorso (Fig. 1. a):

Rostro hendido o escotado, con dos dientes laterales convergentes y un inicio de diente central corto y romo. Setas rostrales acodadas con tres bárbulas en la zona del acodamiento. Setas lamelares lisas y cortas, así como las interlamelares -de tamaño aún más modesto-, similares a las setas exobotrídicas. El sensilo es muy grande, con un largo tallo y una cabeza diferenciada y biciliada, portando un total de diez cilios bastante largos (Fig. 1. c). Existe un par de zonas con áreas claras prodorsales, en la región lamelar.

Notogáster(Fig. 1. a):

Es de forma general ovalada, con el reborde anterior completamente redondeado, y presenta un total de siete pares de

setas (excluidas las c_2 que están reducidas al alveolo) cortas y lisas. Serían los pares p_2 y p_3 los que se han perdido. La fisura ia está presente (cerca del alveolo de la seta c_2) pero no hay rastro de la fisura im .

Lado ventral (Fig. 1. b):

Formula quetotóxica epimeral típica (3-1-3-3) con setas cortas y lisas excepto las más laterales que son más largas.

Las placas anales y genitales son grandes y están próximas entre si, fundamentalmente debido al gran desarrollo de las genitales. Las placas genitales portan seis pares de setas, cortas y lisas, excepto las g_1 que son más largas y orientadas hacia la región epimeral. Existen un par de setas adgenitales con un aspecto similar a las epimerales, y dos pares de diminutas setas adanales, siendo el par ad_3 el que se habría perdido.

Las fisuras iad parecen ser apoanales inversas, aunque la derecha está levemente desplazada respecto a la izquierda, apareciendo casi perpendicular al eje sagital del cuerpo.

Al tratarse de una especie completamente nueva, habiendo sido necesario para su encuadre taxonómico, como queda constatado anteriormente, crear un nuevo género y una nueva subfamilia, no se realiza discusión específica independiente, sino que nos remitimos en esta materia a la que se hace de la subfamilia. Se trata de una especie claramente diferenciable de todas las especies de Oppidos descritas hasta la fecha.

Material tipo:

Se cuenta con un ejemplar, designado holotipo, aparecido en la muestra C1PP (Candeleda, Avila, España) (ITURRONDOBEITIA et GIL-MARTIN, *in litt.*) del estudio de pinares incendiados mencionado en la introducción (GIL-MARTIN et SUBIAS, *in litt.*); conservado en ácido láctico al 70 % y depositado en la colección de la Cátedra de Entomología del Departamento de Biología Animal I de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.

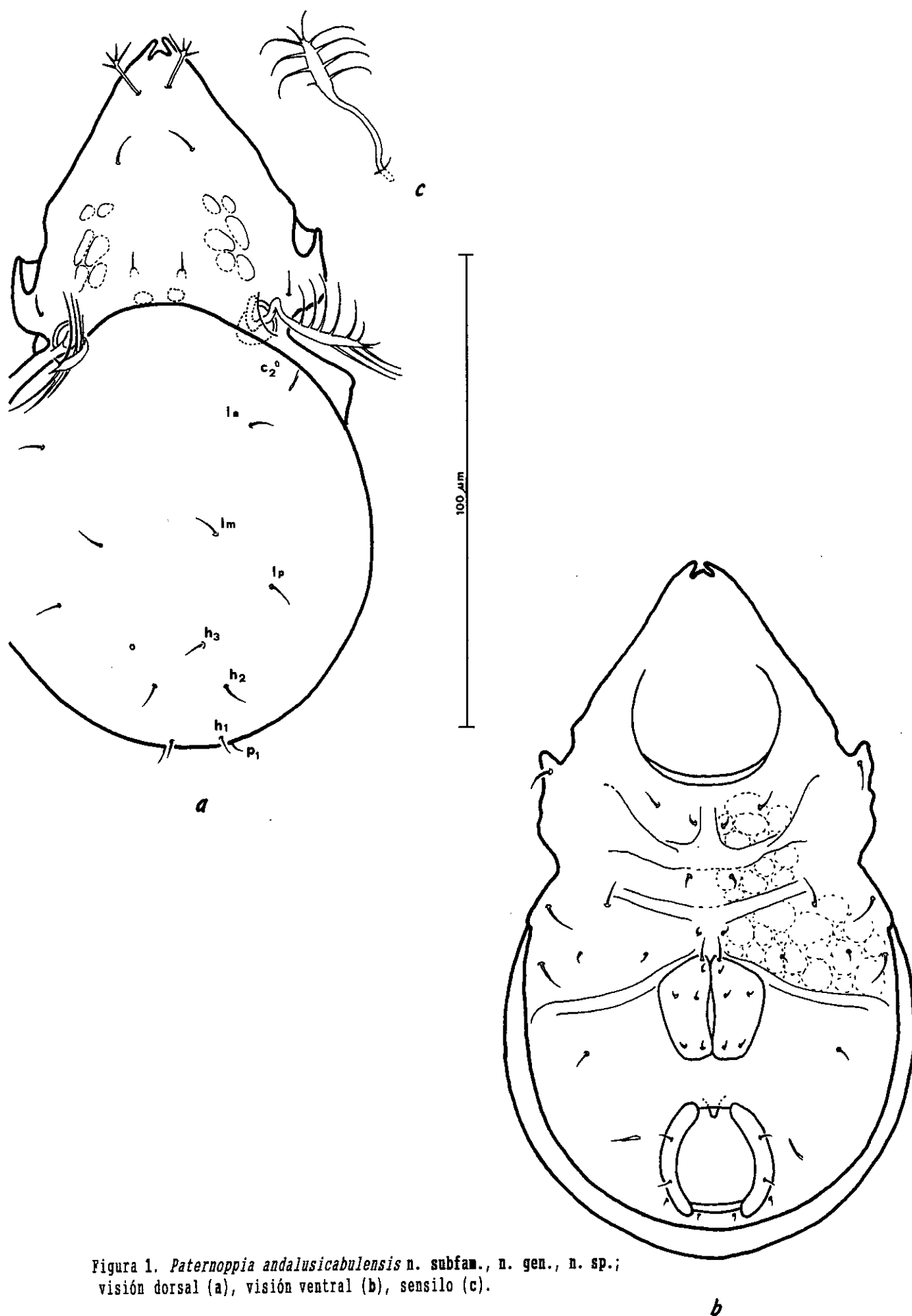


Figura 1. *Paternoppia andalusicabulensis* n. subfam., n. gen., n. sp.;
visión dorsal (a), visión ventral (b), sensilo (c).

Derivatio nominis:

El nombre genérico está dedicado a los padres del primer autor, como agradecimiento por haber posibilitado con su esfuerzo que éste pudiese hacer investigación, y el nombre específico a la zona de la Provincia donde fue colectado el ejemplar estudiado, conocida popularmente, por su excepcional climatología, como "la Andalucía de Avila".

PUBLICACION 5

Gredosella fraternalis n. gen., n. sp., un nuevo Oribátido (Acari, Oribatida, Machuelliidae) de un pinar incendiado de la Sierra de Gredos (Avila, España)

J. Gil-Martín, A Arillo & L. S. Subías. *Acarologia*.

1.- INTRODUCCION

Como resultado del estudio de los Acaros Oribátidos de pinares incendiados de un sector de la cara Sur de la Sierra de Gredos (GIL-MARTIN *et* SUBIAS, *in litt.*), montaña que forma parte de la Cordillera Central - en su zona media- situada en el centro de la Península Ibérica, se colectó la especie que ahora se describe como nueva para la Ciencia en una localidad que había resultado quemada hacía dos años.

Esta localidad, Arenas de San Pedro (Avila), al igual que toda la zona de muestreo del citado estudio, presenta unas características climáticas francamente benignas, que se corresponden con un tipo mediterráneo cálido húmedo. Por ello no resulta totalmente sorprendente, encontrar elementos faunísticos como el que ocupa este trabajo perteneciente a una familia que se puede catalogar de "subtropical" o característica de zonas cálidas, ya que como reflejan SUBIAS *et* ARILLO (1993) en su revisión de la familia Machuelliidae Balogh, 1983, la distribución de los dos grupos de especies que se pueden distinguir en el género Machuella -hasta ahora el único de esa familia-, sería uno circumpacífico y el otro mediterráneo; aunque alguna especie ha sido esporádicamente citada fuera de estas zonas.

A continuación se realiza la descripción completa del nuevo oribátido referido en esta introducción.

2.- RESULTADOS Y DISCUSION

Gredosella n. gen.

Machuellido caracterizado por la forma del cuerpo alargada, setas lamelares más cercanas entre si que las rostrales, sensilo radiado, borde anterior del notogáster truncado o incluso cóncavo, presencia de un par de setas epimerales del apodema 4 que surgen de un acusado mamelón, y principalmente por la fusión tibio-tarsal en todas las patas, carácter éste hasta ahora inédito en Oribátidos. Estos caracteres diferencian claramente a este género de *Machuella* Hammer, 1961 que era hasta ahora el único conocido en la familia Machuelliidae Balogh, 1983.

Especie tipo: *Gredosella fraternalis* n: sp., que se describe a continuación.

Gredosella fraternalis n. sp.

Descripción:

Dimensiones y tegumento:

El ejemplar estudiado tiene un pequeñísimo tamaño, presentando unas dimensiones de 163 x 75 μ m. El color es blanquecino debido a su escaso esclerosamiento.

Prodorso (Fig. 1. a):

Rostro entero, con las setas rostrales largas, lisas, arqueadas e insertas muy laterales, mientras que las setas lamelares, también lisas, son más cortas, levemente acodadas y con los alvéolos de inserción más próximos entre si. Las setas interlamelares son igualmente cortas y lisas. Las setas exobotrídicas no se han observado. El sensilo tiene un tallo más bien corto, y una cabeza globosa y radiada, con cilios bien desarrollados. Existe una línea transversal por delante de las setas interlamelares, y otra más marcada por detrás de los botridios. También existen un par de grandes áreas claras interbotridiales.

Notogáster (Fig. 1. a):

Tiene forma elíptica, con el borde anterior truncado o ligeramente cóncavo. Diez pares de setas incluyendo las c_2 similares de tamaño y lisas. Las fisuras *im* son bien patentes.

Lado ventral (Fig. 1. b):

Zona epimeral con las setas muy desarrolladas formando el "cestillo" típico de la familia. Las setas del epímero 1 no son perceptibles. Se observan las setas 3_b , 3_c , 4_b y 4_c , siendo las demás (tres pares) neotricosas y correspondientes probablemente a las 4_d . Estas setas son especialmente largas y romas distalmente, excepto las 3_c , y son las que mantienen la mayor parte de la estructura del "cestillo". Es de destacar que hay un par de setas, las 4_b , que surgen de un mamelón. Asimismo destaca la participación en la estructura del "cestillo" de una seta no

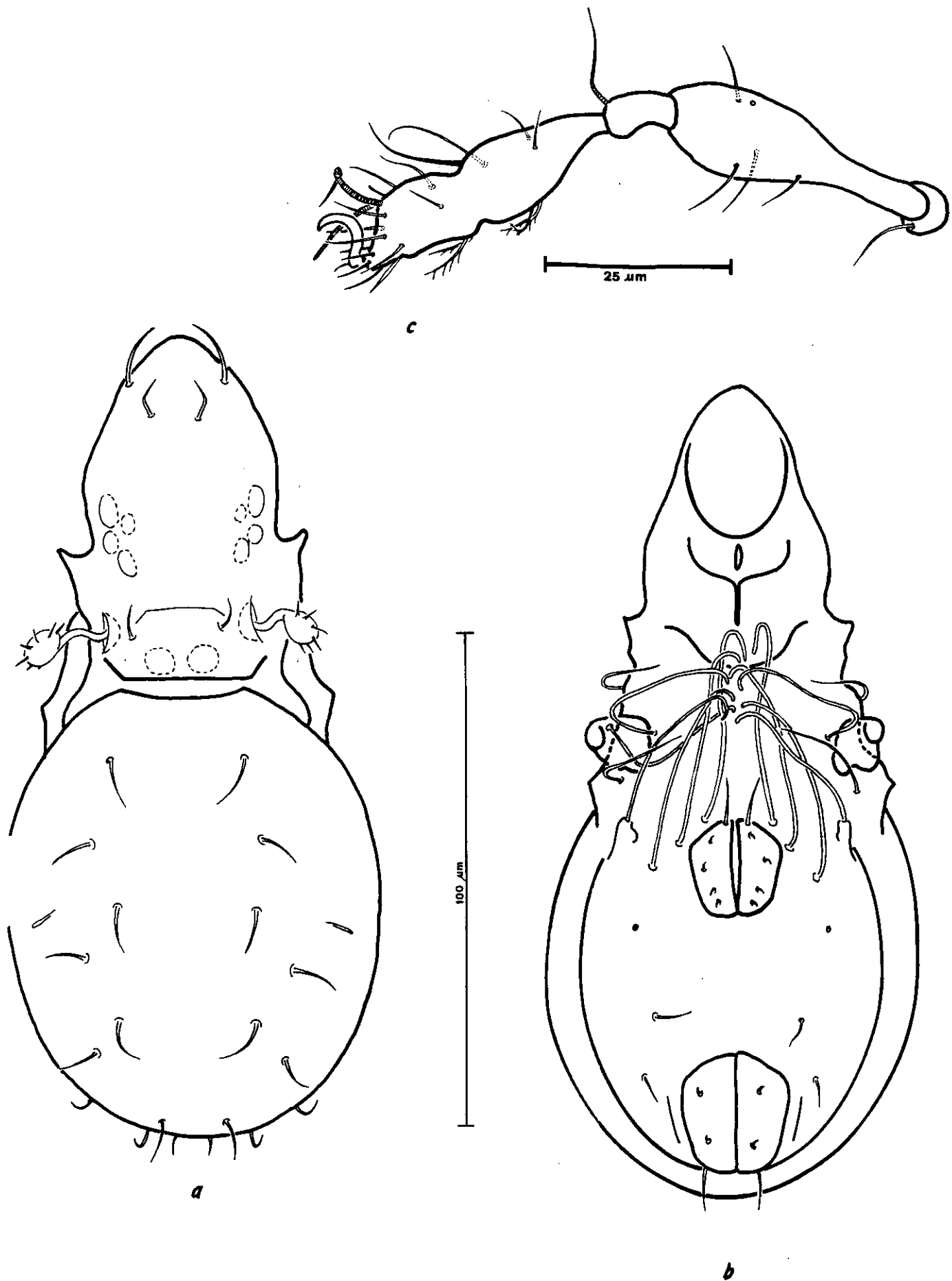


Figura 1. *Gredosella fraternalis* n. gen., n. sp.; visión dorsal (a), visión ventral (b), pata I (c).

epimérica sino procedente del trocánter de la pata III, aunque sólo en el lado derecho del cuerpo. Las placas genitales portan cinco pares de setas diminutas excepto las g_1 que son largas, proyectadas hacia la región epimérica y que parecen tener algún papel en la estructura del "cestillo". De las setas adgenitales sólo se han observado los alvéolos. Las setas anales son los dos pares y de tamaño diminuto, mientras que los tres pares de setas adanales, son lisas y están más desarrolladas, siendo el par ad_1 postanal. Las fisuras iad son paraanales y muy largas.

Patas:

En todas las patas los tarsos aparecen fusionados con sus correspondientes tibias, apareciendo en la zona de fusión un estrechamiento, especialmente marcado en las patas III y IV.

Se ha estudiado la quetotaxia de la pata I (Fig. 1. c) cuyo trocánter y fémur tienen la fórmula esperada. En el genu sólo hemos podido observar el solenidio si bien la posición de la pata II ocultaba parcialmente esta zona por lo que es posible que también estén presentes las otras dos setas. En cuanto a la fusión tibio-tarsal las setas de ambos segmentos son claramente diferenciables. La tibia conserva sus dos solenidios y las cuatro setas que cabría esperar. El cuanto al tarso ha sufrido una reducción quetotóxica pero menor a lo que el acentuado acortamiento del segmento parecía sugerir. Los dos solenidios son muy largos, sobrepasando la uña, y el fámulo está bien desarrollado, habiendo desaparecido las dos setas pl y una de las setas del par ad . También falta una de las setas del par tc aunque consideramos bastante probable que se haya caído durante la manipulación.

Discusión:

Las características genéricas diferencian fácilmente a esta especie del resto de la familia con la excepción de la especie *Machuella capitata* descrita por KULIEV (1967) de Crimea. Pensamos que esta especie por la forma del cuerpo, posición de las setas lamelares y por la presencia de un par de mamelones en la

inserción de un par de setas epimerales podría pertenecer al nuevo género aunque no se conoce ningún dato acerca de sus patas, por lo que no sabemos si ha sufrido la fusión tibio-tarsal de *G. fraternalis*. En todo caso los caracteres del resto del cuerpo son válidos para separar ambas especies:

G. fraternalis

Epimero 1 sin setas.
Setas notogastrales bien desarrolladas.
Setas anales cortas.
Setas genitales g_1 muy largas.
Cinco pares de setas en el epimero 4.
Setas adgenitales reducidas al alvéolo.

G. capitata n. comb.

Epimero 1 con dos pares de setas.
Setas notogastrales cortas.
Setas anales largas.
Setas g_1 similares a las demás.
Siete pares de setas en el epimero 4.
Setas adgenitales desarrolladas.

Material tipo:

Se cuenta con un ejemplar de esta especie, al que se ha designado holotipo, aparecido en la muestra P2PP (Arenas de San Pedro, Avila, España) (ITURRONDOBEITIA et GIL-MARTIN, *in litt.*) en el estudio de pinares incendiados referido en la introducción (GIL-MARTIN et SUBIAS, *in litt.*); conservado en ácido láctico al 70 % y depositado en la colección de la Cátedra de Entomología del Departamento de Biología Animal I de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid.

Derivatio nominis:

El nombre genérico está dedicado a la Sierra donde ha aparecido el nuevo oribátido, y el nombre específico se lo dedica el primer autor a sus hermanos, por su existencia ... tan involuntaria como reconfortante.

BIOGEOGRAFIA

PUBLICACION 6

Oribátidos (Acari, Oribatida) de la Sierra de Gredos (Avila)

L. S. Subías & J. Gil-Martín. *Misc. Zool.*

1. INTRODUCCION

La Sierra de Gredos (Avila) constituye la formación montañosa más potente y centrada de toda la Cordillera Central española, coincidiendo en ella una serie de factores que hacen su estudio faunístico y biogeográfico especialmente interesante.

Estos factores, sobre los que se profundiza en un trabajo aparte (GIL-MARTÍN *et* SUBÍAS, *in litt.*-2-) donde se hacen las consideraciones biogeográficas al listado de especies que aquí se ofrece, serían: (1) su situación geográfica, en el medio del Sistema Central, (2) su orientación este-oeste, que junto con su altitud han hecho de esta Sierra una importante barrera faunística, y (3) su gran altura, que la otorgan un carácter de "isla fría" dentro de la inmensa meseta del centro peninsular.

El primero de los factores, hace que se observen en esta Sierra una mezcla de influencias de los distintos elementos biogeográficos, que le dan una complejidad superior a la que presentan sus vecinas Guadarrama -más oriental- y Peña de Francia -más occidental-; el segundo factor expuesto, ha motivado que muchos elementos faunísticos encuentren en este punto su límite de distribución septentrional o meridional; y el tercer factor, ha posibilitado que estas montañas signifiquen un refugio para elementos que en periodos pasados de la historia geológica de la Península Ibérica tenían más amplia distribución. Fundamentado en todo lo expuesto anteriormente, así como en la acusada asimetría Norte-Sur de esta montaña que introduce una gran diversidad bioclimática, el grado de endemidad de la fauna de la Sierra de Gredos, en general y particularmente de Oribátidos, se puede considerar muy importante.

El presente trabajo supone una recopilación de todas las citas de Acaros Oribátidos que se han aportado hasta la fecha de la Sierra de Gredos, y surge de la voluntad de ofrecer un catálogo actualizado y lo más completo posible, a partir de los resultados obtenidos en el "estudio de los Acaros Oribátidos de pinares incendiados de un sector de la cara sur de la Sierra de Gredos" (GIL-MARTÍN *et* SUBÍAS, *in litt.*-1-) y de la revisión tanto de la Colección de Oribátidos del Departamento de Biología Animal I (Cátedra de Entomología) de la Facultad de Biología de la Universidad Complutense de Madrid, como de todos los trabajos anteriores que aportaban datos sobre la zona de interés (PEREZ-IÑIGO, 1966; PEREZ-IÑIGO, 1969 -a-; PEREZ-IÑIGO, 1969 -b-; PEREZ-IÑIGO, 1970; PEREZ-IÑIGO, 1971; PEREZ-IÑIGO, 1972; PEREZ-IÑIGO, 1974; PEREZ-IÑIGO, 1984; PEREZ-IÑIGO, 1988; PEREZ-IÑIGO, 1992; PEREZ-IÑIGO, 1993; y SALINAS, 1971). Se ha intentado de este modo, completar los resultados obtenidos en el estudio inicialmente mencionado (GIL-MARTÍN *et* SUBÍAS, *in litt.*-1-), fundamentalmente con el objeto de dar la máxima fiabilidad posible al análisis biogeográfico que se realiza por separado de los datos aquí contenidos (GIL-MARTÍN *et* SUBÍAS, *in litt.*-2-).

2. MATERIAL Y METODOS

El listado faunístico que se ofrece como resultado en este trabajo, se ha elaborado, como se ha expuesto en la introducción, mayoritariamente recopilando todas las citas que existían en la bibliografía sobre el grupo en la zona de referencia (incluido, obviamente, el trabajo de Gil-Martín -aún en prensa- que sirve de base y punto de partida al presente), y, en menor medida, aportando datos hasta ahora inéditos a partir de la identificación de algunos ejemplares de Gredos de la Colección también referida en la introducción.

El listado resultante, se presenta ordenando sistemáticamente las especies citadas, y ubicadas por tanto dentro de los taxones supraespecíficos que las corresponden, y refiriendo a continuación de cada especie: (1) su distribución biogeográfica conocida hasta la actualidad, en abreviatura, y (2) la localidad o localidades de la Sierra de Gredos de donde ha sido citada, seguida del autor y el año de la cita (tomada de la bibliografía), o de un asterisco (*) si se cita en el presente trabajo (a partir de la identificación de ejemplares archivados en la Colección), y sin nada a continuación, si la referencia proviene del trabajo base de GIL-MARTIN *et* SUBIAS (*in litt.*-1-).

A continuación se ofrece una tabla de correspondencias, donde se refleja la distribución biogeográfica a que corresponden las abreviaturas que aparecen en el listado (siguiendo básicamente el trabajo de RUIZ *et al.* -1986-).

CO: Cosmopolita
COS: Cosmopolita Subtropical
HO: Holártica
HOM: Holártica Meridional
PA: Paleártica
PAM: Paleártica Meridional
PAO: Paleártica Occidental
ES: Eurosiberiana
ME: Mediterránea
MEO: Mediterránea Occidental
IB: Ibérica

3. RESULTADOS

Como resultado de la labor realizada de recopilación e identificación, se ha constatado la presencia de 167 especies de Acaros Oribátidos en la Sierra de Gredos, pertenecientes a 59 familias y 104 géneros diferentes, de las cuales 74 habían sido citadas en los diversos trabajos referidos sobre la zona hasta 1993 (ver bibliografía), 87 citas más han sido aportadas por GIL-MARTIN (*op. cit.*) en su estudio de pinares incendiados y seis son

nueva cita para la zona: *Eueremaeus travei* Mihelčič, 1963, *Liacarus* (*Dorycranosus*) *acutus* Pschorn-Walcher, 1951, *Passalozetes africanus* Grandjean, 1932, *Punctoribates sellnicki* Willmann, 1928, *Protozetomimus acutirostris* (Mihelčič, 1957), y *Scheloribates pallidulus* (C. L. Koch, 1841).

En la ordenación de los taxones del listado sistemático que se ofrece a continuación, se ha seguido de modo generalizado el patrón establecido por GRANDJEAN (1953, 1965 y 1969) y BALOGH (1972). Solamente, la familia Caleremaeidae Grandjean, 1965 tradicionalmente encuadrada dentro de la superfamilia Oppioidea Grandjean, 1954 (J. BALOGH et P. BALOGH, 1992), y que ha sido recientemente considerada muy próxima a la superfamilia Amerobelboidea Grandjean, 1954 (MIKO et TRAVÉ, 1996) -que se caracteriza, entre otros rasgos, por presentar neotriquia en la placa ventral-, la hemos considerado en el presente trabajo ubicada dentro de la superfamilia Eutegeoidea Balogh, 1965, por presentar todo un conjunto de rasgos que la aproximarían a ella más que a ninguna otra superfamilia -incluido la ausencia de neotriquia en la placa ventral-.

A continuación se expone el listado sistemático resultante:

ORIBATIDA Dugès, 1833

PALAKOSOMATA Grandjean, 1969

Ctenacaroidae Grandjean, 1954

Ctenacaridae Grandjean, 1954

- Beklenishevia Zachvatkina, 1945

. *B. galeodula* Zachvatkina, 1945

HOM - Arenas de San Pedro

Adelphacaridae Grandjean, 1954

- Aphelacarus Grandjean, 1932

. *A. acarinus* s. str. (Berlese, 1910)

HOM - Mombeltrán, Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, El Hornillo, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda

EWARTHONOTA Grandjean, 1947

Brachychthonioidea Thor, 1934

! Brachychthoniidae Thor, 1934

- Brachychthonius

- | | | |
|--|-----|----------------------------------|
| . <i>B. impressus</i> Moritz, 1976 | PAO | - Candeleda |
| . <i>B. parahirtus</i> Subías et Gil, 1991 | IB | - Guisando |
| . <i>B. pseudoinmaculatus</i> Subías et Gil, 1991 | MEO | - Santa Cruz del Valle |
| . <i>B. anistosus</i> Gil-Martin et Subías, in litt. | IB | - Arenas de San Pedro y Guisando |

- Liochthonius v.d. Hammen, 1959

- | | | |
|---------------------------------------|-----|-----------------------|
| . <i>L. brevis</i> (Michael, 1888) | CO | - Candeleda |
| . <i>L. leptaleus</i> Moritz, 1976 | PAO | - Arenas de San Pedro |
| . <i>L. strenzkei</i> Forsslund, 1963 | HO | - Arenas de San Pedro |

- Sellnickochthonius Krivolutsky, 1964

- | | | |
|--|-----|-----------------------------------|
| . <i>S. crioides</i> (Weis-Fogh, 1948) | COS | - Santa Cruz del Valle |
| . <i>S. jacoti</i> (Evans, 1952) | PA | - El Arenal y Arenas de San Pedro |
| . <i>S. meridionalis</i> (Bernini, 1973) | MEO | - El Arenal |

Protoplophoroidea Ewing, 1917

Protoplophoridae Ewing, 1917

- Bursoplophora Subías et C. Pérez-Iñigo, 1978

- | | | |
|--|----|--------------------|
| . <i>B. iberica</i> Subías et C. Pérez-Iñigo, 1978 | IB | - Cuevas del Valle |
|--|----|--------------------|

Cosmochthonioidea Grandjean, 1947

Cosmochthoniidae Grandjean, 1947

- Cosmochthonius s. str. Berlese, 1910

- | | | |
|-------------------------------------|-----|--|
| . <i>C. foliatus</i> Subías, 1982 | MEO | - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992) |
| | | - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, El Hornillo, Arenas de San Pedro y Candeleda |
| . <i>C. lanatus</i> (Michael, 1885) | CO | - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992) |

- Phyllozetes

- | | | |
|------------------------------------|-----|---|
| . <i>Ph. ennae</i> (Berlese, 1910) | COS | - Santa Cruz del Valle, El Arenal y Arenas de San Pedro |
|------------------------------------|-----|---|

Haplochthoniidae v. d. Hammen, 1959

- Haplochthonius Willmann, 1930

- | | | |
|---|-----|------------------------|
| . <i>H. sanctaeluciae</i> Bernini, 1973 | COS | - Santa Cruz del Valle |
| . <i>H. simplex</i> Willmann, 1930 | COS | - Candeleda |

Sphaerochthoniidae Grandjean, 1947

- Sphaerochthonius Berlese, 1910

- | | | |
|--|-----|--|
| . <i>S. splendidus</i> (Berlese, 1904) | COS | - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992) |
| | | - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, El Arenal, El Hornillo y Arenas de San Pedro |

Pediculochelidae Lavoipierre, 1946

- Paralycus Womersley, 1944
 - . *P. pyrigerus* (Berlese, 1905)
- MEO - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle,
Arenas de San Pedro y Guisando

Hypochthonioidea Berlese, 1910

Hypochthoniidae Berlese, 1910

- Hypochthonius C. L. Koch, 1835
 - . *H. luteus* Oudemans, 1917
- CO - San Esteban del Valle y El Arenal

PARHYPOSONATA Balogh et Mahunka, 1979

Parhypochthonioidea Grandjean, 1932

Gehypochthoniidae Strenzke, 1963

- Gehypochthonius Jacot, 1936
 - . *G. rhadamanthus* Jacot, 1936
- CO - Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda

NIXONOMATA Grandjean, 1969

Epilohmannioidea Oudemans, 1923

Epilohmanniidae Oudemans, 1923

- Epilohmannia Berlese, 1910
 - . *E. cylindrica* (Berlese, 1904)
- CO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- Santa Cruz del Valle, El Hornillo, Arenas
de San Pedro, Guisando y Candeleda

EUPHYCTYMA Grandjean, 1967

Euphthiracaroida Jacot, 1930

Euphthiracaridae Jacot, 1930

- Rhysotritia Märkel et Meyer, 1959
 - . *R. ardua* (C. L. Koch, 1841)
- CO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- Candeleda

Phthiracaroida Perty, 1841

Phthiracaridae Perty, 1841

- Phthiracarus (Archiphthiracarus) Balogh et Mahunka, 1979
 - . *P. (A.) montanus* C. Pérez-Iñigo, 1969
- ME - Navarredonda de la Sierra (Subías, 1977)

Steganacaridae Niedbala, 1986

- Steganacarus s. str. Ewing, 1917
 - . *S. incognitus* Niedbala, 1984
- IB - Navarredonda de la Sierra (Salinas, 1971)

DESMONOMATA Woolley, 1973

Crotonioidea Thorell, 1876

Thrypochthoniidae Willmann, 1931

- Thrypochthonius Berlese, 1904
- . *T. tectorum* (Berlese, 1896) CO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- Hoyos del Espino (*)

Nothridae Berlese, 1896

- Nothrus C. L. Koch, 1835
- . *N. anauniensis* Canestrini et Fanzago, 1876 CO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *N. silvestris* Nicolet, 1855 CO - Arenas de San Pedro

Camisiidae Oudemans, 1900

- Camisia s. str. v. Heyden, 1826
- . *C. horrida* (Hermann, 1804) HO - Guisando
- . *C. spinifer* (C. L. Koch, 1836) HO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1969)
- Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)

Nanhermannioidea Sellnick, 1928

Nanhermanniidae Sellnick, 1928

- Nanthermannia Berlese, 1913
- . *N. manillaridis* (Berlese, 1904) COS - Arenas de San Pedro y Guisando

BRACHYPYLINA Hull, 1918

PYCNONOTICAE Grandjean, 1954

Hermannelloidea Grandjean, 1934

Hermannelliidae Grandjean, 1934

- Hermannella Berlese, 1908
- . *H. issanielloides* Gil-Martín et Subías, in litt. IB - Guisando

Gymnodamaeidea Grandjean, 1954

Aleurodamaeidae Paschoal et Johnston, 1982

- Aleurodamaeus Grandjean, 1954
- . *A. setosus* (Berlese, 1884) PAM - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- Candeleda

Gymnodamaeidae Grandjean, 1954

- Adrodamaeus Paschoal, 1984
- . *A. hispanicus* (Grandjean, 1928) PAM - Guisando
- Arthrodamaeus Grandjean, 1954
- . *A. reticulatus* (Berlese, 1910) ME - Candeleda

Plateremaeoidea Trägårdh, 1931

Pheroliodidae Paschoal, 1987

- Licnoliodes Grandjean, 1931
- . *L. adminensis* Grandjean, 1933

MEO - El Hornillo y Guisando

Licnodamaeidae Grandjean, 1954

- Licnodaneus Grandjean, 1931
- . *L. costula* Grandjean, 1931
- Guisando
- . *L. pulcherrimus* (Paoli, 1908)
- . *L. undulatus* (Paoli, 1908)

ME - El Hornillo, Arenas de San Pedro y
PAM - Guisando
PAM - Cuevas del Valle, El Hornillo, El Arenal
y Guisando

Danaeoidea Berlese, 1906

Danaeidae Berlese, 1906

- Belba v. Heyden, 1826
- . *B. corynopus* (Hermann, 1804)

HO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- Candeleda

- Danaeus s. str. C. L. Koch, 1835
- . *D. flagellifer* Michael, 1890

MEO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1970)
- Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- Guisando

- . *D. selgae* C. Pérez-Iñigo, 1966

IB - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1966)

- . *D. torquisetosus* (Mihelčič, 1955)

IB - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)

Belbodamaeidae Bulanova-Zachvatkina, 1967

- Porobelba Grandjean, 1936
- . *P. spinosa* (Sellnick, 1920)

ES - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1974)
- Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)

Eutegeoidea Balogh, 1965

Caleremaeidae Grandjean, 1965

- Caleremaeus Berlese, 1910
- . *C. monilipes* (Michael, 1882)

PAO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1971)

Eremaeidea Sellnick, 1928

Eremaeidae Sellnick, 1928

- Eremaeus C. L. Koch, 1835
- . *E. cordiformis* (C. L. Koch, 1836)

HO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1970)
- Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)

- Euerema Mihelčič, 1963
- . *E. oblongus* (C. L. Koch, 1836) HO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1974)
- . *E. travei* Mihelčič, 1963 MEO - Hoyos del Espino (*)

- Zetochestoidae Michael, 1898
- Zetorchestidae Michael, 1898

- Belorchestes Grandjean, 1951
- . *B. gebennicus* Grandjean, 1957 MEO - El Arenal

- Amerobelboidea Grandjean, 1954
- Ctenoblebidae Grandjean, 1965

- Ctenobelba Balogh, 1943
- . *C. pulchellula* Gil-Martín et Subías, in litt. IB - Cuevas del Valle

- Erenobelbidae Balogh, 1961

- Erenobelba Berlese, 1908
- . *E. longisetosa* Subías, Ruíz et Kahwash, 1990 IB - Arenas de San Pedro

- Ameridae Grandjean, 1965

- Amerus Berlese, 1896
- . *A. troisi* (Berlese, 1883) ME - Candeleda

- Gustavioidea Oudemans, 1900
- Ceratoppiidae Kunst, 1971

- Ceratoppia Berlese, 1908
- . *C. bipilis* (Hermann, 1804) CO - Sierra de Gredos (Pérez-Iñigo, 1969)

- Liacaridae Sellnick, 1928

- Adoristes Hull, 1916
- . *A. extraneus* Mihelčič, 1955 IB - Sierra de Gredos (Pérez-Iñigo, 1969)

- Liacarus s. str. Michael, 1898
- . *L. brevilanellatus* Mihelčič, 1955 ME - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1974)
- . *L. coracinus* (C. L. Koch, 1841) PA - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1974)
- . *L. perezinigo* Capilla, 1972 IB - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *L. perezinigo* Capilla, 1972 IB - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1974)

- Liacarus (Dorycranosus) Woolley, 1969
- . *L. (D.) acutus* Pschorn-Walcher, 1951 PAO - Hoyos del Espino (*)
- . *L. (D.) splendens* (Coggi, 1898) ME - Candeleda

Xenillidae Woolley *et* Higgins, 1966

- Xenillus Robineau-Desvoidy, 1839
- . *X. arilloi* Gil-Martín *et* Subías, *in litt.* IB - San Esteban del Valle

Carabodoidea C. L. Koch, 1837

Carabodidae C. L. Koch, 1837

- Carabodes C. L. Koch, 1835
- . *C. gregorioi* IB - El Hornillo, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- . *C. hispanicus* C. Pérez-Iñigo, 1966 IB - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1966)
- . *C. perezinigo* Salinas, 1971 IB - Navarredonda de la Sierra (Salinas, 1971)
- Odontocephus Berlese, 1913
- . *O. elongatus* (Michael, 1879) PAO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- El Hornillo, Arenas de San Pedro y Candeleda
- Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1971)
- Cuevas del Valle

Tectocephoidea Grandjean, 1954

Tectocephidae Grandjean, 1954

- Tectocephus Berlese, 1896
- . *T. velatus sarekensis* Tragardh, 1910 CO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1971)
- Santa Cruz del Valle, El Hornillo, El Arenal, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda

Oppioidea Grandjean, 1951

Thyrisonidae Grandjean, 1954

- Montizetes Kunst, 1971
- . *M. abulensis* C. Pérez-Iñigo, 1984 IB - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1984)
- El Hornillo y Guisando

Autognetidae Grandjean, 1960

- Autogneta Hull, 1916
- . *A. parva* Forsslund, 1947 PA - San Esteban del Valle y Guisando
- . *A. penicillum* Grandjean, 1960 MEO - Candeleda

Spinozetidae Balogh, 1972

- Iberoppia
- . *I. paradoxa* C. Pérez-Iñigo, 1986 IB - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda

Machuellidae Balogh, 1983

- Gredosella Gil-Martín, Arillo *et* Subías, *in litt.*
- . *G. fraternalis* Gil-Martín, Arillo *et* Subías, *in litt.* IB - Arenas de San Pedro

Oppliidae Grandjean, 1951

Paternoppiinae Gil-Martín, Arillo *et* Subías, *in litt.*

- Paternoppia Gil-Martín, Arillo *et* Subías, *in litt.*
- . *P. andalusicabulensis* Gil-M., Arillo *et* Subías, *in litt.* IB - Candeleda

Medioppiinae Subías *et* Mínguez, 1985

- Discoppia (Cylindroppia) Subías *et* Rodríguez, 1986
- . *D. (C.) cylindrica* (C. Pérez-Iñigo, 1965) PAM - Santa Cruz del Valle, El Arenal y Arenas de San Pedro
- Medioppia Subías *et* Mínguez, 1985
- . *M. media* (Mihelčič, 1956) ME - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *M. minidentata* Subías *et* Rodríguez, 1988 MEO - Cuevas del Valle, San Esteban del Valle, El Arenal, Guisando y Candeleda
- . *M. vera* (Mihelčič, 1956) ME - Arenas de San Pedro
- . *M. vera* (Mihelčič, 1956) ME - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *M. vera* (Mihelčič, 1956) ME - El Arenal
- Microppia Balogh, 1983
- . *M. minus* (Paoli, 1908) CO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *M. minus* (Paoli, 1908) CO - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, San Esteban del Valle, El Hornillo, El Arenal, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- Serratoppia Subías *et* Mínguez, 1985
- . *S. intermedia* Subías *et* Rodríguez, 1988 IB - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, San Esteban del Valle, Mombeltrán, El Hornillo, El Arenal, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- . *S. minima* Subías *et* Rodríguez, 1988 IB - San Esteban del Valle y Candeleda
- . *S. serrata* (Mihelčič, 1956) ME - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *S. serrata* (Mihelčič, 1956) ME - Candeleda

Oppiellinae Seniczak, 1975

- Berniniella Balogh, 1983
- . *B. inornata* (Mihelčič, 1957) MEO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *B. inornata* (Mihelčič, 1957) MEO - Santa Cruz del Valle, San Esteban del Valle, Mombeltrán, Guisando y Candeleda
- . *B. intrudens* Subías, Rodríguez *et* Mínguez, 1987 IB - Santa Cruz del Valle, El Hornillo, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- Hypogeoppia Subías, 1981
- . *H. terricola salmanticensis* Morell, 1987 IB - El Arenal
- Lauroppia Subías *et* Mínguez, 1986
- . *L. doris* (E. Pérez-Iñigo, 1986) IB - Arenas de San Pedro y Guisando
- . *L. tenuipunctata* Subías *et* Rodríguez, 1988 IB - San Esteban del Valle
- Moritzoppia Subías *et* Rodríguez, 1986
- . *M. unicarinata unicarinatoides* Subías *et* Rodríguez, 1986 HO - Guisando y Candeleda
- Oppiella (Oppiella) Jacot, 1936
- . *O. (O.) nova* (Oudemans, 1902) CO - Arenas de San Pedro y Guisando

Oxyoppiinae Subías, 1989

- Foraminoppia Arillo *et* Subías (*in litt.*)
- . *F. iturroundobeitai* Arillo *et* Subías (*in litt.*) IB - Guisando y Candeleda
- Oxyoppia (Dzarogneta) Kulijev, 1978
- . *O. (D.) intermedia* Subías *et* Rodríguez, 1986 IB - Santa Cruz del Valle, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- . *O. (D.) yepesensis* Muñoz-Mingarro, 1987 IB - El Hornillo, Arenas de San Pedro y Guisando
- Oxyoppioides Subías *et* Mínguez, 1985
- . *O. decipiens* (Paoli, 1908) PAM - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)

Multioppiinae Balogh, 1983

- Javieroppia Mínguez *et* Subías, 1986
- . *J. cervus* Mínguez *et* Subías, 1986 IB - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle y Guisando
- Multioppia (Multioppia) Hammer, 1961
- . *M. (M.) neglecta* C. Pérez-Iñigo, 1969 PAO - Santa Cruz del Valle
- Ramusella (Ramusella) Hammer, 1962
- . *R. (R.) assimilis* (Mihelčič, 1956) PA - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- Ramusella (Insculptoppia) Subías, 1980
- . *R. (I.) elliptica* (Berlese, 1908) PAM - San Esteban del Valle, Arenas de San Pedro y Candeleda
- . *R. (I.) insculpta* (Paoli, 1908) PAM - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *R. (I.) subiasi* (Pérez-Iñigo Jr., 1990) IB - San Esteban del Valle, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- . *R. (I.) terricola* Subías *et* Rodríguez, 1986 ME - Candeleda
- . *R. (I.) terricola* Subías *et* Rodríguez, 1986 ME - Santa Cruz del Valle, San Esteban del Valle, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- Ramusella (Rectoppia) Subías, 1980
- . *R. (R.) fasciata* (Paoli, 1908) HO - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, Arenas de San Pedro y Guisando
- . *R. (R.) mihelcici* (C. Pérez-Iñigo, 1965) PAM - Santa Cruz del Valle
- . *R. (R.) rhinina* Subías *et* Mínguez, 1981 IB - Arenas de San Pedro
- Ramuselloppia Subías *et* Rodríguez, 1986
- . *R. anomala* Subías *et* Rodríguez, 1986 IB - Santa Cruz del Valle, San Esteban del Valle y Guisando

Suctobelbidae Jacot, 1938

- Suctobelba Paoli, 1908
- . *S. trigona* (Michael, 1888) PA - San Esteban del Valle, Arenas de San Pedro y Candeleda
- Suctobelbella s. str. Jacot, 1937
- . *S. acutidens* (Forsslund, 1941) HO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1971)
- . *S. falcata* (Forsslund, 1941) CO - Guisando
- . *S. perforata* (Strenzke, 1950) PA - Candeleda
- . *S. sarekensis* (Forsslund, 1941) HO - Arenas de San Pedro y Candeleda
- . *S. subcornigera* (Forsslund, 1941) CO - San Esteban del Valle, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda

Cymbaeremaeoidea Sellnick, 1928

Micreremidae Grandjean, 1954

- Micreremus Berlese, 1908
- . *M. brevipes* (Michael, 1888)

PA - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1971)

PORONOTICAE Grandjean, 1954

Licneremaeoidea Grandjean, 1931

Licneremaeidae Grandjean 1931

- Licneremaeus Paoli, 1908
- . *L. licnophorus* (Michael, 1888)

PA - San Esteban del Valle

Scutoverticidae Grandjean, 1954

- Scutovertex Michael, 1879
- . *S. sculptus* Michael, 1879

PAM - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1971)
- Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
- Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, El Hornillo, El Arenal y Arenas de San Pedro
- Hoyos del Espino (*)

Passalozetidae Grandjean, 1954

- Passalozetes s. str. Grandjean, 1932
- . *P. africanus* Grandjean, 1932
- . *P. agricola* Mínguez et Subías, 1983
- Passalozetes (Bipassalozetes) Mihelčič, 1957
- . *P. (B.) reticulatus* Mihelčič, 1957

PAM - Hoyos del Espino (*)
IB - El Arenal

ME - Cuevas del Valle

Phenopelopoidea Petrunkevitch, 1955

Phenopelopidae Petrunkevitch, 1955

- Eupelops Ewing, 1917
- . *E. acromios* (Hermann, 1804)
- . *E. curtipilus* (Berlese, 1916)
- . *E. meridionalis* C. Pérez-Iñigo, 1969
- . *E. occultus* (C. L. Koch, 1836)
- . *E. plicatus* (C. L. Koch, 1836)
- . *E. torulosus* (C. L. Koch, 1836)

PA - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
- Hoyos del Espino (*)
ME - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1972)
MEO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1969)
PA - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
HO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1972)
PA - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)

Oribatelloidea Jacot, 1925

Achipteriidae Thor, 1929

- Achipteria Berlese, 1885
- . *A. nitens* (Nicolet, 1855) HO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1972)
- Cerachipteria Grandjean, 1935
- . *C. jugata* Mihelčič, 1956 IB - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1972)

Oribatellidae Jacot, 1925

- Oribatella Banks, 1895
- . *O. inflexa* Mihelčič, 1957 ME - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1972)
- . *O. quadricornuta* (Michael, 1880) HO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1988)
- La Adrada (Pérez-Iñigo, 1992)
- La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)

Ceratozetoidea Jacot, 1925

Mycobatidae Grandjean, 1954

- Minunthozetes Hull, 1916
- . *M. reticulatus* C. Pérez-Iñigo, 1969 IB - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1969)
- Punctoribates Berlese, 1908
- . *P. sellnicki* Willmann, 1928 PAO - Hoyos del Espino (*)

Ceratozetidae Jacot, 1925

- Ceratozetes Berlese, 1908
- . *C. armatus* Mihelčič, 1956 PAO - San Esteban del Valle, Cuevas del Valle, El Hornillo, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- . *C. conjunctus* Mihelčič, 1956 ME - El Hornillo y El Arenal
- . *C. laticuspidatus* Menke, 1964 PAO - Santa Cruz del Valle, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- . *C. mediocris* Berlese, 1908 CO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *C. nasutus* Subías, Kahwash et Ruiz, 1990 MEO - El Arenal, Arenas de San Pedro y Guisando
- . *C. obtusus* Mihelčič, 1956 IB - San Esteban del Valle, El Hornillo y Guisando
- . *C. simulator* C. Pérez-Iñigo, 1970 ME - San Esteban del Valle
- Protozetomimus C. Pérez-Iñigo, 1990
- . *P. acutirostris* (Mihelčič, 1957) IB - Hoyos del Espino (*)

Trichoribatidae Shaldybina, 1966

- Trichoribates Berlese, 1910
- . *T. trimaculatus* (C. L. Koch, 1836) HO - San Esteban del Valle
- Hoyos del Espino (*)

Chamobatidae Thor, 1938

- Chamobates Hull, 1916
- . *Ch. cuspidatus* (Michael, 1884) HO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *Ch. perezinigo* Subías, 1977 MEO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
- . *Ch. pusillus* (Berlese, 1895) HO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1972)
- . *Ch. schuetzi* (Oudemans, 1902) HO - Arenas de San Pedro y Guisando
- . *Ch. subglobulus* (Oudemans, 1900) PAO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)

Galumnoidea Jacot, 1925

Galumnidae Jacot, 1925

- Acrogalunna Grandjean, 1956
- . *A. longipluma* (Berlese, 1904) CO - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
- Allogalunna Grandjean, 1936
- . *A. alameillae* (Jacot, 1935) ME - Arenas de San Pedro y Candeleda
- . *A. subaequalis* Mihelčič, 1956 IB - El Arenal

Oripodoidea Jacot, 1925

Protoribatidae J. et P. Balogh, 1984

- Liebstadia Oudemans, 1906
- . *L. microptera* (Mihelčič, 1957) ME - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1974)
- Protoribates Berlese, 1908
- . *P. capucinus* Berlese, 1908 CO - Santa Cruz del Valle
- Transoribates C. Pérez-Iñigo, 1992
- . *T. lagenula* (Berlese, 1904) PA - Santa Cruz del Valle, El Hornillo, El Arenal, Guisando y Candeleda

Haplozetidae Grandjean, 1936

- Lauritzenia (Incabates) Hammer, 1961
- . *L. (I.) pallidus* (Mihelčič, 1956) ME - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, El Hornillo, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
- Peloribates Berlese, 1908
- . *P. europaeus* Willmann, 1935 HO - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
- Santa Cruz del Valle

Oribatulidae Thor, 1929

- Lucoppia Berlese, 1908
- . *L. burrowsi* (Michael, 1890) HO - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
- Oribatula s. str. Berlese, 1895
- . *O. parisi* Travé, 1961 MEO - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)

- . *O. tibialis* (Nicolet, 1855) CO - Navarredonda de la Sierra (Pérez-Iñigo, 1974)
 - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
 - Santa Cruz del Valle, San Esteban del Valle, Cuevas del Valle, El Hornillo, El Arenal, Arenas de San Pedro, Guisando y Candeleda
 - Hoyos del Espino (*)
- *Oribatula* (*Zygoribatula*) Berlese, 1916
 . *O. (Z.) connexa* Berlese, 1914 COS - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
 - Hoyos del Espino (*)
- . *O. (Z.) exarata* Berlese, 1917 PAM - Santa Cruz del Valle
 . *O. (Z.) frisiae* (Oudemans, 1900) PAM - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
 . *O. (Z.) propinqua* (Oudemans, 1902) PAM - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
 - Hoyos del Espino (*)
- . *O. (Z.) undulata* Berlese, 1917 COS - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
- *Phauloppia* Berlese, 1908
 . *P. lucorum* (C. L. Koch, 1840) PA - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
 . *P. pilosa* (Michael, 1888) HO - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)
 - Hoyos del Espino (*)
- *Pseudoppia* C. Pérez-Iñigo, 1966
 . *P. interrupta* (Jeleva, 1962) ME - Santa Cruz del Valle
 . *P. mediocris* (Mihelčič, 1957) ME - La Adrada (Pérez-Iñigo, 1993)

Hemileiidae J. et P. Balogh, 1984

- *Hemileius* s. str. Berlese, 1916
 . *H. elongatus* E. Pérez-Iñigo, 1978 ME - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
 . *H. initialis* (Berlese, 1908) CO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
 - Santa Cruz del Valle
- . *H. robustus* C. Pérez-Iñigo, 1969 MEO - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
 - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle, Mombeltrán, El Hornillo y Arenas de San Pedro

Scheloribatidae Grandjean, 1933

- *Scheloribates* Berlese, 1908
 . *S. barbatulus* Mihelčič, 1956 IB - Piedralaves (Pérez-Iñigo, 1992)
 . *S. fimbriatus* Thor, 1930 COS - Santa Cruz del Valle, Cuevas del Valle y Arenas de San Pedro
- . *S. pallidulus* (C. L. Koch, 1841) CO - Navalmoral de la Sierra (*)
- *Topobates* Grandjean, 1958
 . *T. holsaticus* Weigmann, 1969 PAO - Arenas de San Pedro

PUBLICACION 7

Consideraciones sobre la biogeografía de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de la Sierra de Gredos (Avila)

J. Gil-Martín & L. S. Subías. *Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava*.

1. INTRODUCCION

La cuenca mediterránea ha sido escenario de toda una rica historia paleogeográfica y paleoecológica, que hacen de este territorio un lugar especialmente rico en acontecimientos y ambientes que ha motivado la presencia de una importante riqueza faunística. Así, el Mediterráneo Occidental, ha vivido: (1) la existencia de un gran supercontinente y su rotura inicial en dos y posterior desmembramiento, (2) variaciones climáticas y ecológicas desde los extremos subtropical y periglaciár pasando por los intermedios templados, (3) la existencia y desaparición de puentes montañosos entre ambas márgenes de la cuenca, y (4) la aparición de islas como porciones rotas de masas continentales y como resultado de la actividad volcánica (GIL-MARTIN *et* SUBIAS, *in litt.*-1-).

Los Oribátidos son un grupo muy antiguo y con una acusada lentitud evolutiva, lo que ha permitido detectar restos fósiles de estos ácaros edáficos en terrenos Paleozoicos del Devónico -hace unos 400 m. a.- y establecer la existencia de géneros actuales ya en el periodo Jurásico -180 a 130 m. a.- del Mesozoico (NORTON *et al.*, 1988; KRIVOLUTSKY *et* DRUK, 1986). Además, se trata de un grupo muy estrechamente ligado a las condiciones ambientales -suelo- en que viven, por lo que, aun siendo el suelo un medio muy estable -quizá una de las razones de su baja tasa evolutiva (SUBIAS *et al.*, 1992)-, su supervivencia y distribución están muy relacionadas con las condiciones climático-bióticas existentes, tanto en tiempos pasados como en el presente (BERNINI, 1984).

Así, como ponen de manifiesto HAMMER *et* WALLWORK (1979) y WALLWORK (1979), la distribución los Acaros Oribátidos a nivel mundial se puede interpretar a la luz de la teoría de la deriva continental, constatándose en este sentido que (1) la existencia de Oribátidos considerados primitivos o Inferiores, que tienen una distribución cosmopolita o muy amplia, indicaría su origen durante la existencia del supercontinente Pangea -quedando después en todos las masas resultantes de su desmembramiento-, y (2) la existencia de Oribátidos considerados derivados o Superiores, con distribuciones mucho más particulares o restringidas, indicaría su aparición posterior al establecimiento del actual patrón de distribución de los continentes.

El estudio de la distribución y condiciones de vida actuales de los Oribátidos de determinadas zonas, a la luz de su historia evolutiva y de su pontencial bioindicador, permite hacer importantes consideraciones sobre el origen de los distintos elementos faunísticos y las condiciones geográficas y ambientales en que tuvo lugar su establecimiento y/o evolución en un territorio.

La Sierra de Gredos, y toda la Cordillera Central, es un territorio que tiene su origen en las últimas épocas del Paleozoico (350-300 m.a), habiéndose levantado como consecuencia de los movimientos del periodo orogénico hercínico lo que en paleogeografía se denomina el macizo hespérico, complejo que luego dió lugar a varias montañas del interior peninsular. Desde su aparición y durante todo el Mesozoico y parte del Terciario, la erosión dejó convertido el macizo original en una penillanura, rejuveneciéndose de nuevo toda la zona a partir de la actividad orogénica alpina de mediados del Terciario (hace 40 m. a.), que dió lugar a la fractura y elevación de los materiales, fundamentalmente rígidos (rocas plutónicas y metamórficas), que conformaron las alineaciones montañosas directamente precursoras de las actuales sierras interiores (DE PEDRAZA *et* LOPEZ, 1980).

La Sierra de Gredos ocupa una situación privilegiadamente centrada dentro del conjunto de montañas que constituyen la Cordillera Central, y que son, hacia el Este: Guadarrama, Somosierra y La Peña, y hacia el Oeste: Peña de Francia, Gata, La Estrella y La Lousa (estas dos últimas ya en Portugal).

Esta posición hace que en Gredos sea frecuentemente más difícil de destacar la influencia en la constitución de su patrón faunístico, de elementos de procedencia nororiental (euroasiática) o noroccidental (atlántica); hecho más claro en las sierras vecinas, más escoradas. En este sentido, parece constatar, a partir del análisis de los resultados de los diferentes estudios faunísticos y biogeográficos realizados sobre Gredos (cuya referencias detalladas se expondrán cuando se haga uso comparativo de sus datos en el apartado de resultados), la evidente mediterraneidad de la fauna invertebrada de esta Sierra, que se transforma en predominancia de elementos de procedencia nororiental en las Sierras Orientales (Guadarrama, etc.) y noroccidental en las Sierras Occidentales (Peña de Francia, etc.).

En consecuencia, se reconocen tres vías importantes de colonización faunística de la Sierra de Gredos - y todo el Sistema Central -, una nororiental a través del semianillo montañoso del centroeste de la Península (Sistema Ibérico y Sierra de la Demanda), por donde han accedido los elementos centroeuropeos o euroasiáticos (ejemplo de ello, deben ser los Lepidópteros Hesperioidea y Papilionoidea), otra noroccidental a través del semianillo de montañas de la zona noroeste y oeste peninsular (Cordillera Cantábrica y Montes Galaico-leoneses), por donde han accedido elementos euroatlánticos o lusitánicos (ejemplo de ello, podrían ser los Coleópteros Caraboideos y los Dípteros Sífidos), y una tercera desde el Sur, y a favor de la benignidad comparativa de las condiciones climáticas de esta vertiente de la Sierra, por donde han penetrado elementos mediterráneos (ejemplo de ello, serían los Coleópteros Curculiónidos sobre geniteas)(Figura 1).

Esta Sierra tiene una orientación general Este-Oeste (concretamente ENE-OSO) y unas dimensiones muy considerables -hasta más de 2.500 m. de altitud, 140 Km. de longitud y 40-50 Km. de espesor-, características que han hecho de Gredos una importante barrera para los movimientos y distribución de la fauna. Ello provocó, que muchas especies encontrasen aquí el límite a su repliegue hacia el Sur durante las glaciaciones del Cuaternario, y que muchas especies encuentren aquí la frontera bien meridional o septentrional de su área de distribución. Por otra parte, su gran altura, en medio de un amplísimo territorio llano, que ha permitido que

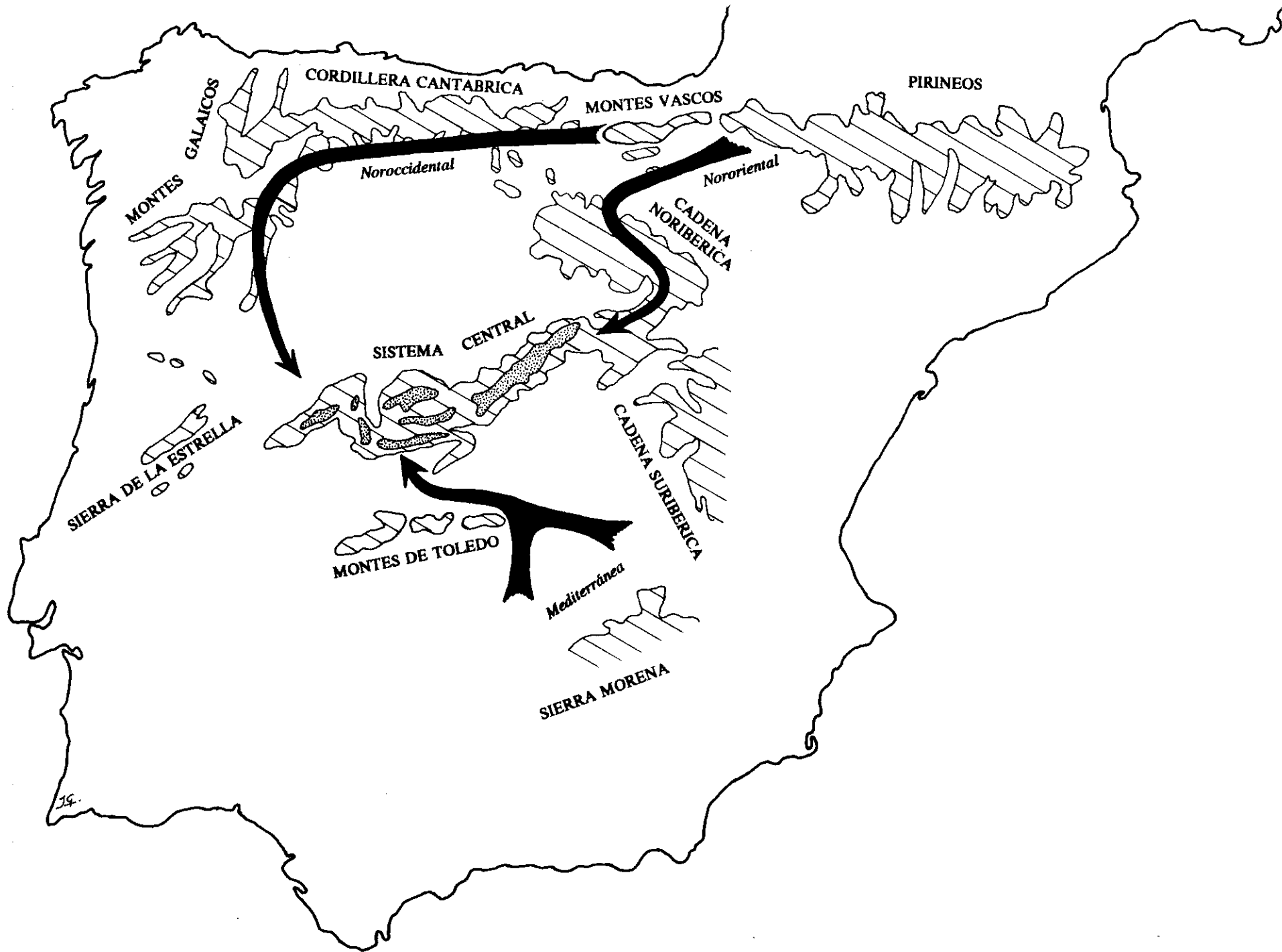


Figura 1. Mapa de la Península Ibérica con las vías de colonización faunística del Sistema Central (en general) y de la Sierra de Gredos (en particular).

se conserven en su porción superior unas condiciones bioclimáticas ("isla fría") cercanas a las imperantes en los tiempos geológicos pasados ya referidos de mayor rigor climático -periodos glaciares-, hace que en ella hayan encontrado refugio elementos faunísticos relictos del pasado.

Así, por todo lo referido anteriormente y tomando en consideración los estudios realizados hasta la fecha, la Sierra de Gredos alberga una rica fauna de contacto entre los dos dominios biogeográficos (bioclimáticos) principales que convergen en la Península Ibérica, el mediterráneo y el eurosiberiano (europeo).

Además, la importante asimetría existente entre las dos vertientes de la Sierra, con una escarpe de unos 1.000 m. por su cara Norte y de unos 2.000 m. por su cara Sur, acentúa las diferencias bioclimáticas entre ambas lados, repercutiendo en la determinación de la presencia de una fauna adaptada a unas condiciones más continentales (frío y seco) en el Norte y más mediterráneas en el Sur (cálido y húmedo).

Así, al amparo de las benignas condiciones ambientales existentes en la vertiente Sur de la Sierra, se habría desarrollado aquí una fauna más rica en especies (Colémbolos -LUCIANEZ, 1990-; Escarabeidos -MOZOS *et al.*, 1988-), entre la que se pueden distinguir algunos elementos cuyo morfotipo/aspecto y parentesco con otros géneros parece apuntar hacia unas condiciones subtropicales precedentes -otro posible origen de elementos exclusivos de esta zona-. Ejemplo de ello serían (1) *Iberoppia paradoxa* C. Pérez-Iñigo, 1986, donde se constata que los dos únicos géneros de la familia Spinozetidae J. Balogh, 1972, *Spinozetes* Piffel, 1966 e *Iberoppia* C. Pérez-Iñigo, 1986 se distribuyen en torno al Mediterráneo (con citas de Grecia para *Spinozetes inexpectatus* por PIPFEL -1966-, de Azerbaiyán para *Spinozetes (=Mirus) pectinatus* por KULIJEV -1967-, y de Gredos para *I. paradoxa*); (2) *Masthermannia nannillaris* (Berlese, 1904) cuya distribución subtropical se analiza en GIL-MARTIN *et al.* (*in litt.* -2-); y (3) *Gredosella fraternalis* Gil-Martín, Arillo *et al.* Subías, *in litt.* también analizada por GIL-MARTIN *et al.* (*in litt.*).

Finalmente, el conjunto de factores antes reflejados, diversidad de influencias biogeográficas, confinamiento en altura y diversidad de condiciones bioclimáticas, parecen otorgar a Gredos unas buenas condiciones para la especiación, hecho que queda reflejado en un considerablemente alto grado de diversidad faunística y endemidad.

Como resultado del "estudio de los Acaros Oribátidos de pinares incendiados de un sector de la cara sur de la Sierra de Gredos", y de una exhaustiva labor de recopilación, SUBIAS *et al.* GIL-MARTIN (*in litt.*) registran la presencia de 167 especies, pertenecientes a 104 géneros de 59 familias diferentes, de Acaros Oribátidos en la Sierra de Gredos, ofreciendo asimismo de todas ellas su distribución biogeográfica conocida hasta la actualidad.

Sobre la base de los datos/resultados aportados por ese trabajo, se realiza en el presente un análisis biogeográfico del poblamiento oribatológico de la Sierra de Gredos, haciéndose además (1) una comparación de patrones biogeográficos con los ya estudiados para el grupo a otra escala o en otras zonas cuyo contraste resulta de interés, y (2) una serie de consideraciones faunísticas generales, desde la ponderación que ofrecen los resultados obtenidos para otros grupos de artrópodos (insectos) en este mismo área.

Téngase en cuenta, no obstante, que ni el trabajo que sirve de base a éste ni los otros trabajos faunísticos referidos sobre insectos que nos servirán para la ponderación de nuestros resultados, fueron planteados con el objeto de mapear toda la diversidad de especies del grupo en los diferentes medios de la Sierra de Gredos, por lo que al quedar muchos tipos de ecosistemas de este área por estudiar no pueden ser considerados sus resultados catálogos completos, sino aportaciones al conocimiento de los grupos, y, en ese sentido, tampoco los resultados biogeográficos del análisis, desde este punto de vista, de los datos faunísticos puede ser tomado como definitivo. Por todo ello, nuestro trabajo resulta del análisis de nuestro conocimiento actual de la fauna oribatológica (artropodiana) gredense.

2.- RESULTADOS Y DISCUSION

Efectuando en el listado de especies reflejado en el trabajo de referencia (SUBIAS *et* GIL-MARTIN, *in litt.*) un conteo de las que se encuadran dentro de cada una de las once categorías biogeográficas consideradas, se obtienen los resultados, en valores absolutos y porcentajes, que se ofrecen en la tabla que a continuación se expone. En primer término, como se refleja en el encabezamiento de la tabla, se muestran los valores globales, y a continuación los valores parciales de los tres grupos filogenéticos establacidos dentro de los Oribátidos, en su orden natural: Inferiores, Superiores Picnonóticos y Superiores Poronóticos.

	TOTAL		INFERIORES		PICNONOTICOS		PORONOTICOS	
	<u>nº spp</u>	<u>%</u>	<u>nº spp</u>	<u>%</u>	<u>nº spp</u>	<u>%</u>	<u>nº spp</u>	<u>%</u>
Cosmopolita (CO)	21	12,6	9	28,1	6	7,8	6	10,4
Cosmopolita Subtropical (COS)	9	5,4	6	18,7	0	0	3	5,2
Holártica (HO)	20	11,9	3	9,4	7	9,1	10	17,2
Holártica Meridional (HOM)	2	1,2	2	6,3	0	0	0	0
Paleártica (PA)	13	7,8	1	3,1	6	7,8	6	10,4
Paleártica Meridional (PAM)	14	8,4	0	0	9	11,7	5	8,6
Paleártica Occidental (PAO)	11	6,6	2	6,3	4	5,2	5	8,6
Eurosiberiana (ES)	1	0,6	0	0	1	1,3	0	0
Mediterránea (ME)	21	12,6	1	3,1	9	11,7	11	19
Mediterránea Occidental (MEO)	16	9,6	4	12,5	7	9,1	5	8,6
Ibérica (IB)	39	23,3	4	12,5	28	36,3	7	12
	167	100 %	32	19,2 %	77	46,1 %	58	34,7 %

A la vista de los datos globales observados en la tabla precedente, más fácilmente inteligible a partir de los gráficos de las Figuras 2 y 3, se pueden establecer las siguientes consideraciones sobre la biogeografía de los ácaros oribátidos gredenses: (1) la notable proporción de elementos exclusivos o endemismos ibéricos (39 spp: 23,3 %), casi un cuarto del total de especies censadas; (2) la importante proporción de elementos mediterráneos en sentido amplio -considerados aquí los IB, MEO y ME *s. str.*- (76 spp: 45,5 %), cercana a la mitad de las especies detectadas; (3) la muy elevada proporción de elementos que se pueden considerar propios de condiciones bioclimáticas cálidas, demoninados aquí meridionales en sentido amplio -que comprenderían los ME *s.l.*, COS, HOM y PAM- (101 spp: 60,5 %), que representan algo menos de las dos terceras partes de las especies reseñadas; (4) más de otro tercio de las especies censadas (65 spp: 39 %) corresponde a especie de amplia valencia ecológica, y por tanto de distribución igualmente amplia y poco selectiva -se encuentran indistintamente en zonas cálidas o frías- (CO, HO, PA y PAO); y (5) casi un cuarto del censo global (39 spp: 23,4 %) corresponde a elementos paleárticos en sentido amplio (PA, PAO, PAM y ES) -si bien, si se excluyen los elementos meridionales, PAM, la proporción de paleárticos *s.l.* quedaría en un 15 % (25 spp)-.

Se constata con estos resultados, como se pueden corroborar con este primer análisis faunístico-biogeográfico basado en Acaros edáficos, las grandes líneas del poblamiento de la Sierra de Gredos que se expusieron en la introducción de este trabajo. Así, se observa que: (1) dos son los elementos que dominan claramente la composición zoogeográfica de este macizo montañoso, el mediterráneo y el paleártico, (2) es más importante la aportación global del elemento mediterráneo, y (3) es muy significativa la cantidad de elementos endémicos existentes. Estas tres consideraciones, deben responder, respectivamente y como ya se apuntó en la introducción, (1) a la estreteógica posición de Gredos como encrucijada de reinos biogeográficos y zonas climáticas, (2) la favorable penetración de elementos de

áreas mediterráneas hacia el cálido y sin obstáculos Sur de la montaña, frente a la accidentada llegada a ésta desde el Norte a través del filtro pirenaico y por el centroeste de los elementos centroeuropeos y euroasiáticos, y por el noroeste de los euroatlánticos, y (3) las condiciones de refugio que ofrecen sus muy diversas condiciones bioclimáticas, desde el "periglacial" -de las zonas altas- al "subtropical" -de las partes bajas de la vertiente sur-.

Al efectuar el análisis de los resultados por grupos filéticos de Oribátidos (Inferiores, Sup. Picnonóticos y Sup. Poronóticos), expuestos en la tabla general y representados gráficamente por separado en la Figura 4, se puede destacar (1) la importante proporción (46,9 %) de elementos con distribución amplia -ubiquistas- y relativamente baja (12,5 %) de elementos exclusivos -endémicos- existente entre los Oribátidos Inferiores, y (2) la menor proporción de elementos de amplia distribución (29,9 %) y muy alta de elementos propios (36,3 %) constatada entre los Oribátidos Superiores Picnonóticos.

La explicación a estos datos, habría que buscarla en que los Inferiores son el grupo más primitivo de Oribátidos, por lo que, siguiendo los postulados de HAMMER et WALLWORK (1979), cabe pensar que la amplia distribución de muchos de sus representantes obedezca a su origen antiguo cuando las masas de tierra emergida formaban aún un gran supercontinente o se encontraban escasamente fraccionadas. Por contra el grupo con más formas derivadas, y que parece estar inmerso aún en un vivo proceso de especiación, es el de los Superiores Picnonóticos, más reciente y en evolución sobre las masas de tierra ya desmembradas, lo que explicaría el elevado número de representantes exclusivamente ibéricos.

Los Oribátidos Superiores Poronóticos, presentan unos porcentajes de especies de amplia distribución y endémicas muy parecidos a los Inferiores (46,6 % y 12 %). El alto porcentaje de especies ubiquistas, podría ser debido aquí a que las especies de este grupo en general son las de mayor tamaño y por ello suelen vivir en los horizontes superficiales, que en los suelos de nuestro estudio han resultado destruidos por el incendio, por

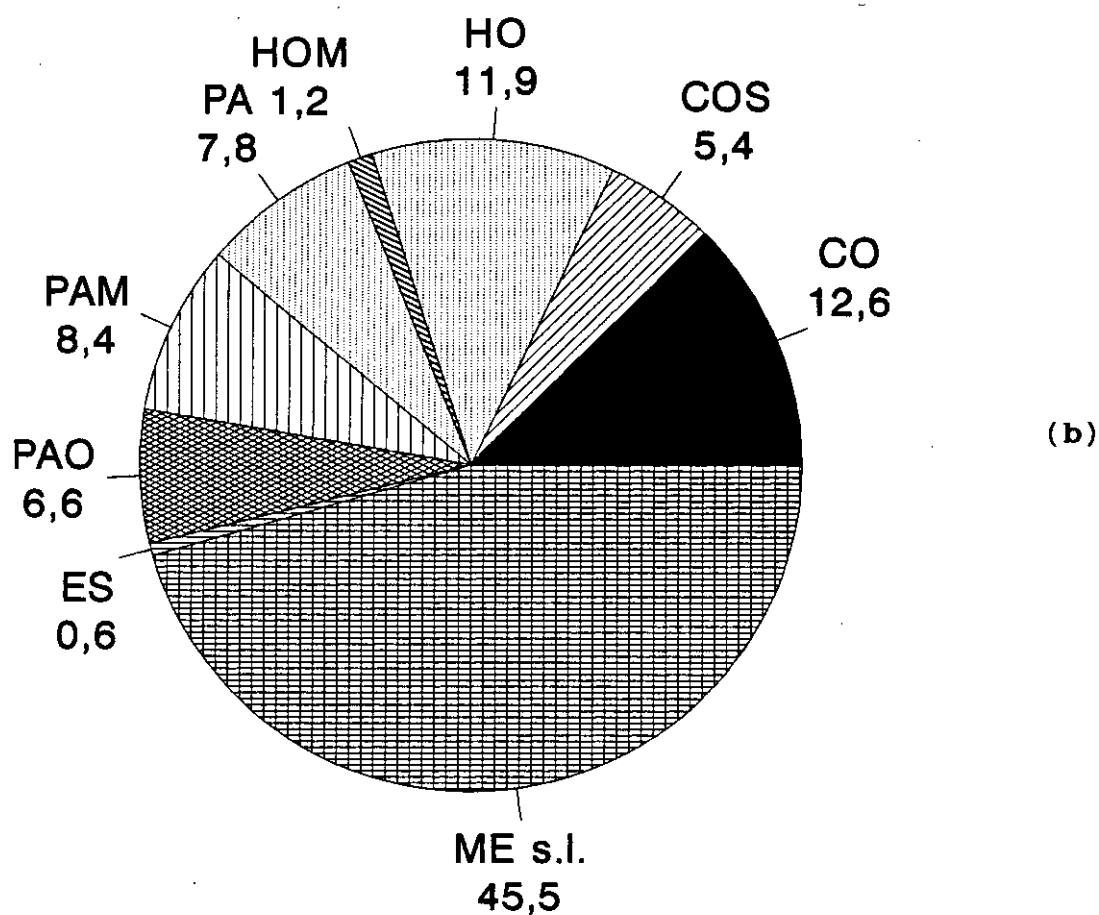
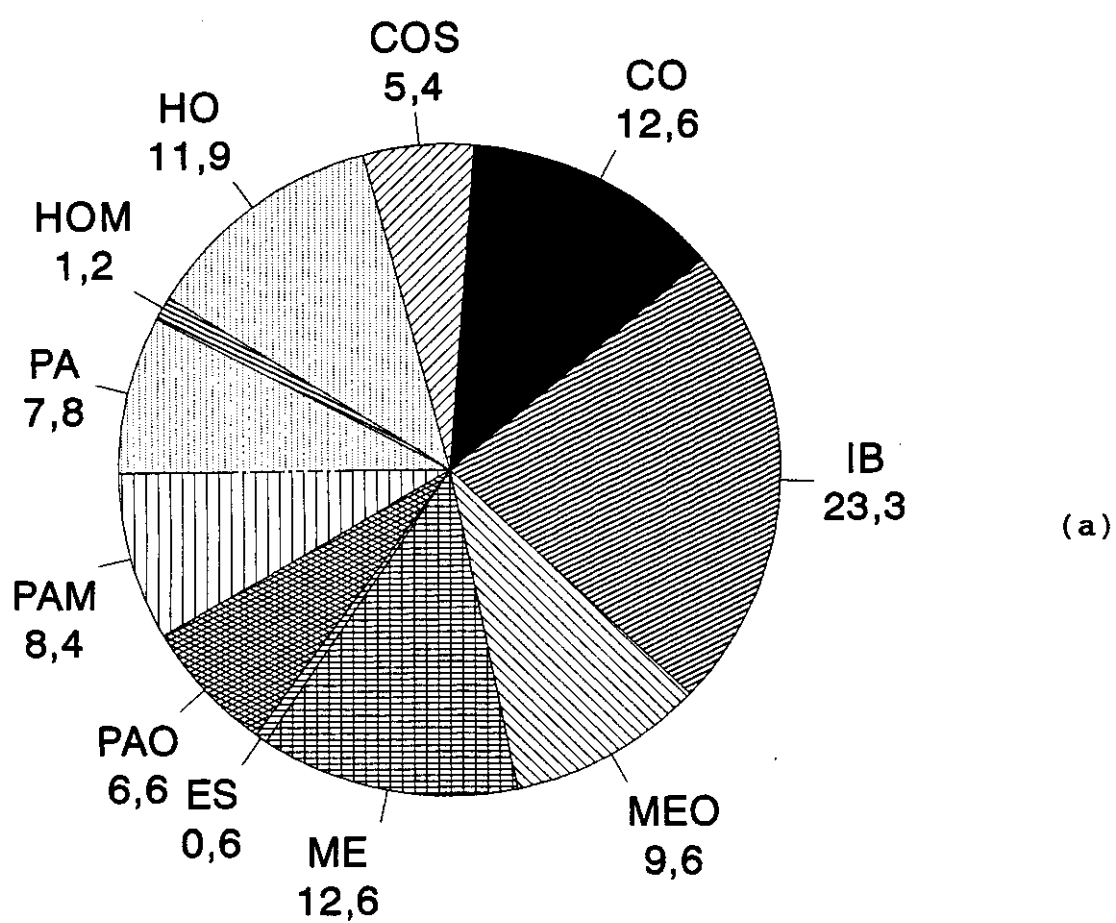


Figura 2. Gráficos de sectores con los porcentajes de especies pertenecientes a las diferentes categorías biogeográficas consideradas; total o global (a) y agrupando las Mediterráneas (ME), Mediterráneas Occidentales (MEO) e Ibéricas (IB) en Mediterráneas *sensu lato* (ME s.l.) (b).

100

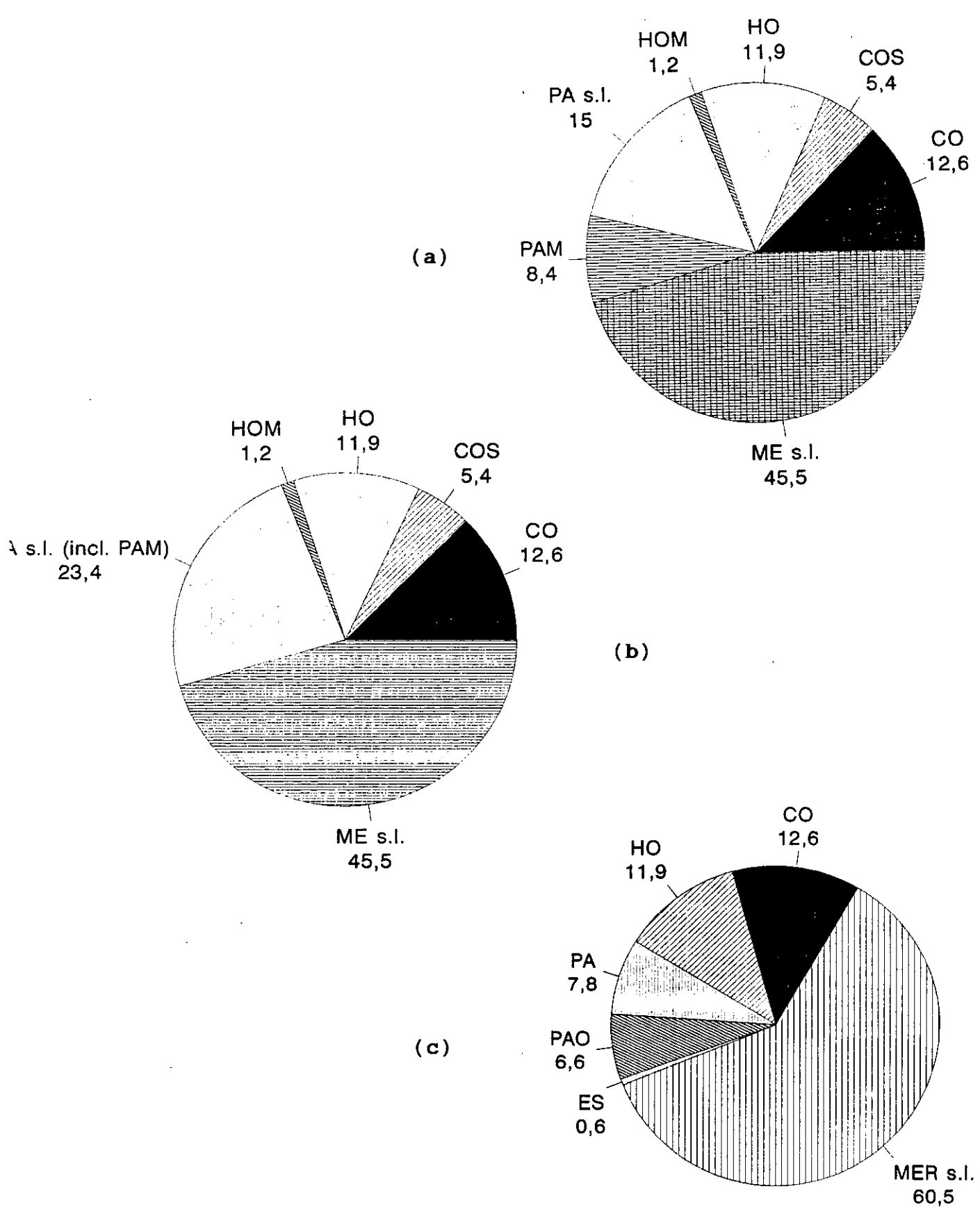
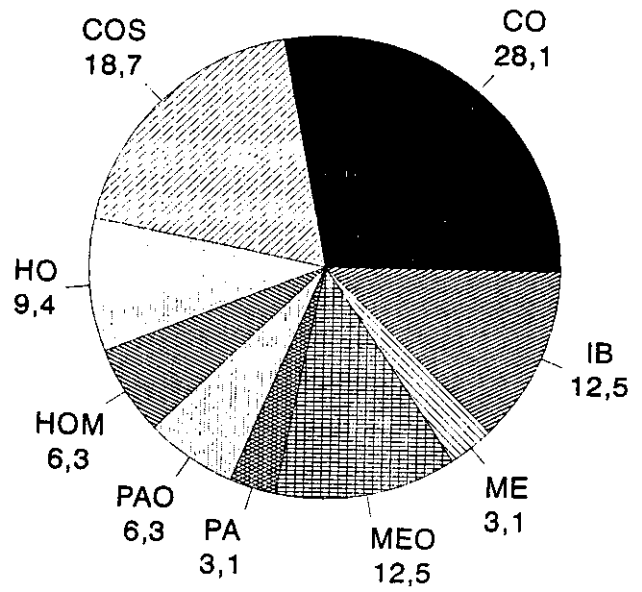
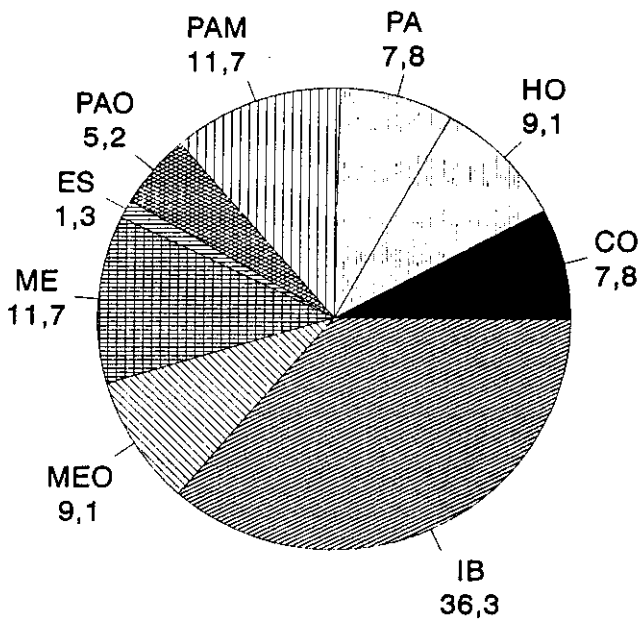


Figura 3. Gráficos de sectores con las proporciones de especies de las diferentes categorías biogeográficas: agrupando por un lado las Mediterráneas *sensu lato* (ME s.l.) y por otro las Paleárticas *sensu lato* (PA s.l.), que comprende las Paleárticas (PA), Paleárticas Occidentales (PAO) y Eurosiberianas (ES) (a) -e incluyendo las Paleárticas Meridionales (PAM) (b)-; y agrupando bajo la denominación de Meridionales *sensu lato* (MER s.l.) a las Mediterráneas *sensu lato* (ME s.l.), Cosmopolitas Subtropicales (COS), Holárticas Meridionales (HOM) y Paleárticas Meridionales (PAM) (c).

(a)



(b)



(c)

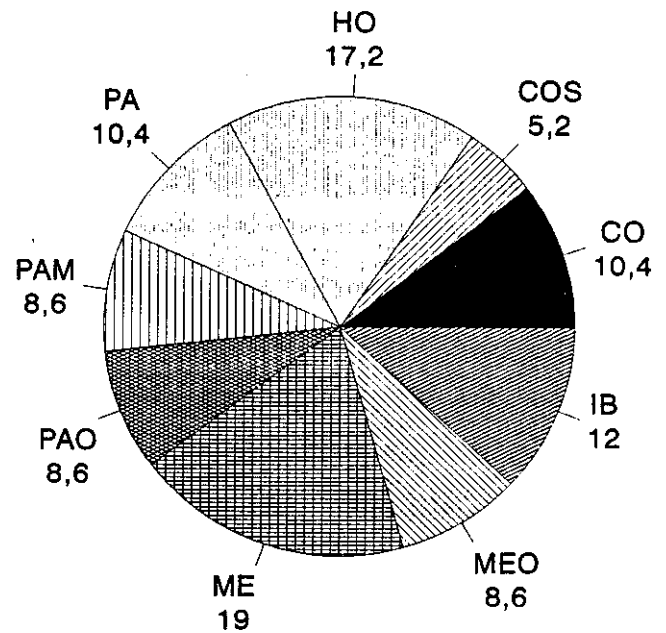


Figura 4. Gráficos de sectores con los porcentajes de especies de los tres grupos filéticos de Oribátidos pertenecientes a las categorías biogeográficas consideradas; (a) Inferiores, (b) Superiores Picnonóticos, (c) Superiores Poronóticos.

lo que predominan entre las que aparecen las especies menos exigentes o de amplia valencia ecológica (de amplia distribución). Quizá por tratarse principalmente de fauna de suelos quemados (PEREZ-IÑIGO, 1992; GIL-MARTIN *et* SUBIAS, *in litt.* -2-), los resultados aquí obtenidos no se corresponden con los ofrecidos por estudios anteriores sobre biogeografía de Oribátidos.

Las consideraciones biogeográficas sobre Oribátidos expuestas como resultado del presente trabajo, tanto las globales como las extraídas del análisis separado de cada grupo filético, se corresponden bien con los patrones generales reflejados por SUBIAS *et al.* (1988) para una localidad -ecológicamente bien conservada- típicamente mediterránea de llanura del interior peninsular (El Pardo, Madrid) y con los aportados por GIL-MARTIN *et* SUBIAS (*in litt.* -1-) en un reciente trabajo global de todo el Mediterráneo Occidental, siendo semejantes los valores más determinantes como endemidad, mediterraneidad y meridionalidad.

En otros estudios oribatológicos de localidades también mediterráneas, pero de carácter más árido, del centro de España, se observan en los resultados globales porcentajes significativamente mayores de especies Ibéricas: Torrelaguna (Madrid) 31 % (RUIZ *et al.*, 1986) y Mesa de Ocaña (Toledo) 37 % (MUÑOZ-MINGARRO, 1992), si bien el valor de mediterraneidad sigue siendo muy semejante al obtenido para Gredos: 44,5 % y 47 %, respectivamente.

Por otro lado, como era de esperar, el patrón de esta Sierra difiere significativamente de los modelos biogeográficos de lugares de nuestro entorno de condiciones bioclimáticas más extremas, como se aprecia por los resultados aportados: (1) por SUBIAS *et al.* (1988) para una localidad de la zona norte de la península con clima típicamente atlántico húmedo (Yurre, Vizcaya), donde la proporción de elementos paleárticos, holárticos, euroatlánticos y eurosiberianos es mayor y el de

endemismos más bajo, y (2) por SUBIAS *et al.* (1992) para Marruecos y Sahara Occidental -de clima mediterráneo árido-, donde fundamentalmente la proporción de elementos propios de condiciones cálidas o áridas (meridionales en sentido amplio) es mucho más elevada (cerca del 80 %).

Buscando en el contraste la ponderación de los resultados aquí obtenidos sobre el poblamiento oribatológico de la Sierra de Gredos, se han comparado éstos con los de diversos estudios faunísticos realizados con determinados grupos de insectos en la misma zona en los últimos años (GAYUBO *et al.*, 1989; LOPEZ-FERNANDEZ *et al.*, 1984; LOPEZ GONZALEZ, 1988; MARCOS GARCIA, 1984; PEDRERO FERNANDEZ, 1993; PEREZ ANDUEZA *et* PORTILLO RUBIO, 1992; SANZ BENITO *et* GURREA SANZ, 1991; VIEJO *et* MARTIN, 1988; ZABALLOS, 1994). Así, en la mayoría de los grupos de referencia predomina también de un modo más o menos claro el elemento mediterráneo: Curculiónidos sobre "genisteas" (64,6 %), Apoideos (43 %), Caraboideos (42 %) y Pompílidos (40 %), existiendo no obstante algunos grupos en los que es superior en proporción el elemento paleártico: Asílidos (53,5 %) y Odonatos (53 % paleárticos *sensu lato* y boreales), si bien con una buena representación mediterránea (46,5 % y 37,5 %, respectivamente).

A la luz de lo anteriormente expuesto, se corroboraría que en el patrón zoogeográfico de la Sierra de Gredos existe: (1) una impotante matiz de mediterraneidad -mayoría de grupos con esta elemento como mayoritario-, y (2) una composición global acrisolada a partir de dos elementos principales paleártico (de carácter más eurosiberiano) y mediterráneo -con la existencia de algunos grupos en que predomina claramente uno u otro elemento-.

3.- CONCLUSIONES

- Los resultados de este trabajo -como se advirtió en la introducción-, como de todos aquellos que se han referido sobre diversos grupos de insectos en la Sierra de Gredos, deben ser observados a la luz de un, generalmente, imperfecto conocimiento de nuestra fauna invertebrada, por lo que supone una aportación cuyas conclusiones podrían ser matizadas por trabajos posteriores; si bien pensamos, por lo generalizado, que el patrón global sería el aquí descrito.

- El grado de endemismo ibérico de la fauna oribatológica de la Sierra de Gredos es importante: casi un cuarto de las especies censadas son especies exclusivamente ibéricas, algunas de ellas propias de esta Sierra. A pesar de que aún no ha sido estudiada una zona que puede aportar buenos resultados en este sentido, como son las altas cumbres de la Sierra.

- La muy importante contribución de las especies de carácter mediterráneo a la composición del patrón oribatológico de Gredos, con algo menos de la mitad de las especies de distribución mediterránea en sentido amplio. Rasgo que parece diferenciar a esta Sierra de otras montañas vecinas de la misma cordillera, a juzgar por lo aportado por otros estudios faunísticos de determinados grupos de insectos.

- La muy elevada proporción de elementos meridionales: menos de dos tercios de las especies censadas. Este dato podría ser uno de los que más habría de modificarse en el futuro, ya que la mayor parte de los muestreos de los que se han obtenido los datos para Oribátidos aquí analizados, han sido realizados en la vertiente Sur de la Sierra, claramente más termófila.

- La también importante proporción de elementos paleárticos en sentido amplio: con casi otro cuarto de las especies detectadas, resultando éste el otro gran contribuyente a la composición oribatológica de Gredos (junto con el mediterráneo).

- La notable proporción de elementos ubiquistas o de amplia distribución existente entre los Oribátidos Inferiores: cerca de la mitad de las especies, frente al bajo porcentaje de especies endémicas de la Península Ibérica. Y, a la inversa, la importante proporción de elementos exclusivos o endémicos -más de un tercio de las especies- existente entre los Oribátidos Superiores Picnónóticos, frente a un menor porcentaje de elementos ampliamente distribuidos.

Ambos resultados, son concordantes con que el primero sea el grupo filético más primitivo -de origen Paleozoico- y el segundo el más joven y en evolución, y con la teoría de la deriva continental aplicada a la distribución de especies de fauna.

En los Oribátidos Superiores Poronóticos, la alta proporción de elementos ubiquistas, de amplia valencia ecológica, se debería a que en los suelos incendiados -de donde proceden la mayoría de nuestras citas-, de este grupo eminentemente poblador de los horizontes orgánicos -destruidos o dañados por el fuego- sólo aparecerían las especies menos exigentes (más ampliamente distribuidas).

- La buena correspondencia global del patrón biogeográfico general aquí establecido con los Acaros Oribátidos (que aporta indicios claros sobre cómo se produjo el poblamiento de la Sierra de Gredos): (1) con el que se ofreció en otros estudios oribatológicos anteriores para una localidad típicamente mediterránea continental y para todo el Mediterráneo Occidental, y (2) con el aportado en varios estudios faunísticos de determinados grupos de insectos de Gredos.

- Finalmente, para completar y dar firmeza a este y subsiguientes estudios biogeográficos, como se indicaba en GIL-MARTIN *et* SUBIAS (*in litt.*-1-), convendría realizar un estudio faunístico global exhaustivo y sistemático de todo el área y todos los grupos, por diferentes especialistas de un modo coordinado.

ECOLOGIA

PUBLICACION 8

Estudio ecológico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de una zona de la Sierra de Gredos (Avila, España).
1. Análisis de la diversidad y el equilibrio de las poblaciones.

J. C. Iturrondobeitia & J. Gil-Martín. *Eur. J. Soil Biol.*

1.- INTRODUCCION

El presente trabajo es parte de un estudio global sobre los Oribátidos de pinares (*Pinus pinaster*) incendiados de un sector de la cara Sur de la Sierra de Gredos (Avila, Centro de España).

El muestreo para el citado estudio global, se realizó sobre 20 localidades de la referida zona geográfica, 18 zonas incendiadas de diferentes edades y dos zonas no incendiadas (blancos), cuya caracterización aparece en un trabajo previo (GIL-MARTIN *et* ITURRONDOBEITIA, *in litt.* -1-) -que también forma parte de este estudio global-, al que nos remitimos en esta materia para evitar reiteraciones innecesarias.

Se trata de un estudio de tipo sincrónico, ya que el muestreo que le sirve de base se efectuó en un instante concreto (Julio/Agosto de 1992) sobre diversas localidades que habían resultado incendiadas (18) hacia diferente número de años, además de dos zonas blanco -no incendiadas al menos en los últimos 100 años-, en lugar de someter a muestreo la misma zona en sucesivos años tras el incendio (estudio diacrónico).

En el aspecto ecológico, se tenía por objeto analizar el comportamiento de las comunidades de Oribátidos en zonas incendiadas, esto es, la alteración que sufrían con el incendio y la recuperación que experimentaban a medida que iba pasando el tiempo desde que se quemó la zona (edad de abandono).

Para ello se tomaron, como se ha indicado, en el mismo instante, y mediante una sonda cilíndrica de 20 x 8 cm. (1 litro), muestras de varias localidades que se encontraban en diferentes momentos de su evolución postincendio (años o edad de abandono), concretamente se muestrearon dos zonas blanco o testigo (no incendiadas), una zona incendiada hacia 18 años, una zona de 16 años, tres de 12 años, tres de 6 años, tres de 3 años, cuatro de 2 años, y tres de 1 año. En las dos zonas blanco y en las de 18 y 16 años, se tomó una muestra (cuatro muestras en total), y en las restantes dieciseis zonas incendiadas se tomaron dos muestras, una en la zona central de incendio y otra en la periferia (treintaidos muestras en total), por lo que de modo global se contó con 36 muestras; éstas se subdividieron para su estudio en submuestras de superficie (10 primero cm.) y submuestras de profundidad (10 cm. restantes), resultando 72 unidades de muestra analizadas por separado. A continuación se expone, una tabla en la que se observan las diferentes localidades empleadas en el estudio, ordenadas según su edad de abandono y con su nombre en clave que se corresponde con el utilizado en todo el estudio global (y cuyos detalles se pueden observar en GIL-MARTIN *et* ITURRONDOBEITIA, *op. cit.*).

AÑO INCENDIO/EDAD ABANDONO	LOCALIDADES
1991 1	G1, C1, S4
1990 2	S1, P2, A1, G2
1989 3	G4, C2, P3
1986 6	H2, H1, E1
1980 12	G3, V1, P1
1976 16	SC3
1974 18	SC2
BLANCOS-ZONAS NO INCENDIADAS	BL1, BL2

La nomenclatura empleada para las 72 unidades de muestra (submuestras) del estudio, sería el código distintivo de localidad (según la tabla anterior) seguido de una o dos letras. Si aparece una sola (en BL1, BL2, SC2 y SC3), sería una S o una P, significando que se trata de la unidad de superficie o de la de profundidad, respectivamente. Si aparecen dos letras (en las restantes localidades), la primera, sería una C o una P, significando si proviene de la muestra de centro o de periferia, y la segunda, sería una S o una P, con el mismo significado que en el caso anterior. Ejemplos: BL1S (Blanco 1, unidad de superficie), C1CP (Candeleda 1, muestra de centro, unidad de profundidad).

En cuanto a la denominación abreviada de las especies de Acaros Oribátidos surgidas y empleadas en este estudio ecológico, utilizadas para mejorar la operatividad en la elaboración de las tablas y en las representaciones gráficas, al final de este trabajo (Anexo I) se ofrece un listado con las especies y su correspondiente nombre abreviado (que resulta un código de tres letras, en el que la primera es también la primera letra del nombre genérico y las dos restantes son las dos primeras letras del nombre específico, salvo en casos de coincidencia).

El estudio ecológico de los resultados del estudio global referido que nos sirve de base, se comienza con el presente trabajo, en el que se analizan sobre las muestras o sitios: la diversidad específica, la diversidad relativa o equitatividad, y la constante de Motomura, y sobre las especies: la valencia ecológica (y amplitud de nicho), y la constante de Motomura, y se concluye con otro trabajo posterior de los mismos autores (GIL-MARTIN *et* ITURRONDOBEITIA, *in litt.* -2-), donde se analizan las afinidades entre especies (interespecíficas) y entre medios o muestras (cenóticas), y las relaciones de las especies con las muestras (sitios), por un lado, y con algunos parámetros fisicoquímicos de esos suelos, por otro.

En ambos trabajos, en los casos en que ha sido oportuno, se han realizado interpretaciones sobre los resultados de los distintos indicadores ecológicos, teniendo en cuenta los factores básicos presentes en el diseño de nuestro estudio: principalmente, la edad de abandono de la zona incendiada, y más secundariamente, los factores centro/periferia y superficie/profundidad.

También se tuvo en cuenta inicialmente en el estudio, además de la edad de abandono, la extensión de la zona incendiada, habiéndose diferenciado en principio las localidades como pertenecientes a tres clases de tamaño: 1-8 Ha., 8-50 Ha., y > 50 Ha., pero no ofreciendo ningún resultado interpretable los datos en este sentido, se decidió no entrar en una mayor profundización de su análisis.

2.- MATERIAL Y METODOS

Con el objeto de evitar la aparición de errores en la aplicación de los programas de análisis y hacer fiables los resultados de los tratamientos para su más correcta interpretación, sobre la matriz inicialmente elaborada con las abundancias de las diferentes especies (111) en los distintos sitios o unidades de muestra (72), se hizo una depuración, eliminándose las especies que sólo aparecían en una muestra y con un solo individuo (recesivas o raras). Así, los análisis que se realizan en este trabajo, utilizan una matriz que consta de 66 muestras o sitios y 65 especies (Anexo II).

En el estudio por muestras de la diversidad, se ha empleado la teoría de la información aplicada por Shannon-Weaver con este objeto, según CANCELA DA FONSECA (1969).

La diversidad específica o real (H_s), se halla en función de la probabilidad de encontrar una especie i en una muestra s , a partir de la fórmula matemática:

$$H_s = - K \sum p_i \log p_i$$

donde $p_i = n_i/N$, es la frecuencia relativa de la especie i ($n_i = n_0$ individuos de la especie i , y $N = n_0$ total de individuos de la muestra), y K es la constante correctora.

Para el cálculo de la diversidad específica se ha empleado el logaritmo en base 2, por lo que los valores resultantes se ofrecen en bits o unidades básicas de información.

La diversidad relativa o equitatividad (E), se calcula como la relación existente entre la diversidad real obtenida y la diversidad máxima posible para una muestra (H_m).

Así, siendo la diversidad máxima $H_m = \log S$, donde S es el número de especies de la muestra s , la fórmula matemática para el cálculo de la equitatividad sería:

$$E = H_s/H_m$$

Este indicador, que es una medida del equilibrio de las poblaciones (en las muestras), toma valores entre los extremo 0 y 1, considerándose valores indicativos de poblaciones equilibradas según DAGET (1979) por encima de 0,8. También se considera indicador de estabilidad poblacional (ITURRONDOBEITIA *et* SALOÑA, 1990).

En el estudio por especies, la diversidad es tomada como medida de la valencia ecológica de la especie (PINEDA *et al.*, 1981), esto es, la amplitud de condiciones del medio en las cuales un organismo o una función pueden existir (BACHELLIER, 1978). Y la amplitud de nicho -nicho ecológico: el oficio o función ecológica que desempeñan una o más especies dentro del ecosistema (MARGALEF, 1981)-, ofrece una información idéntica que el anterior indicador.

Se ha aplicado el modelo loglineal de Motomura (DAGET, 1979), tanto al estudio por muestras como por especies. El valor que toma la constante de Motomura (KM), empleado para el estudio de la distribución de abundancias de las especies, calculado para muestras nos indica el reparto del nº de individuos entre las especies de la muestra, y calculado para especies nos indica el reparto del nº de individuos de la especie entre las diferentes muestras.

Una explicación más en profundidad sobre la aplicación de este modelo matemático en Oribátidos, puede encontrarse en CANCELA DA FONSECA (*op. cit.*), ASCACIBAR *et* ITURRONDOBEITIA (1983) y DEL CAMPO *et* ITURRONDOBEITIA (1984).

El programa informático empleado para el cálculo de los indicadores de diversidad y equilibrio de las poblaciones, ha sido realizado por el primer autor de este trabajo, el Dr. J. C. Iturrondobeitia.

Las representaciones gráficas (diagramas de cajas) ofrecidas en el apartado de resultados, han sido realizadas con el programa SPSS (version 6.1.2.) para Windows.

3.- RESULTADOS Y DISCUSION

3.1.- Exposición y valoración de resultados obtenidos

Sobre la matriz de datos de la tabla del Anexo II, se realizan los tratamientos que nos ofrecen los resultados que a continuación se exponen y someten a interpretación.

3.1.1.- Sobre las muestras o sitios.

Los resultados de los cálculos de indicadores ecológicos sobre las muestras, se exponen en la Tabla I.

En cuanto a la diversidad específica (Hs), se observa que las muestras que presentan unos valores especialmente elevados (> 3 bits) son: G3PP, G3CP, P1CS, G2PP y G1CP, presentando

MUEST.	N sp	N ind	Div	Div Max	Equit	K M
BL1S	5	54	1.57	2.32	0.67	0.42
BL1P	8	62	1.59	3.00	0.53	0.38
BL2S	2	7	0.59	1.00	0.59	0.17
BL2P	2	8	0.54	1.00	0.54	0.14
SC2S	13	99	2.62	3.70	0.71	0.71
SC2P	7	17	2.54	2.81	0.90	0.73
SC3S	3	35	0.69	1.58	0.44	0.13
G3PS	3	8	1.06	1.58	0.67	0.41
G3PP	9	17	3.01	3.17	0.95	0.84
G3CS	7	17	2.28	2.81	0.81	0.72
G3CP	16	55	3.25	4.00	0.81	0.82
V1PS	6	16	2.31	2.58	0.89	0.70
V1PP	9	31	2.31	3.17	0.73	0.68
V1CS	5	25	1.89	2.32	0.81	0.54
V1CP	5	22	1.33	2.32	0.57	0.39
P1PS	3	4	1.50	1.58	0.95	0.71
P1PP	5	8	2.16	2.32	0.93	0.75
P1CS	13	51	3.32	3.70	0.90	0.79
P1CP	8	29	2.23	3.00	0.74	0.63
H2PS	5	11	1.67	2.32	0.72	0.68
H2PP	6	11	2.48	2.58	0.96	0.81
H2CS	3	7	1.38	1.58	0.87	0.50
H2CP	7	12	2.69	2.81	0.96	0.83
H1PS	7	9	2.64	2.81	0.94	0.89
H1CS	3	10	1.36	1.58	0.86	0.45
H1CP	7	7	2.81	2.81	1.00	1.00
E1PS	9	27	2.87	3.17	0.91	0.75
E1PP	13	74	2.98	3.70	0.81	0.70
E1CP	3	8	1.06	1.58	0.67	0.41
G4PS	5	5	2.32	2.32	1.00	1.00
G4PP	2	8	0.54	1.00	0.54	0.14
G4CS	1	5	0.00	0.00	0.00	0.00
G4CP	1	9	0.00	0.00	0.00	0.00
C2PS	4	11	1.49	2.00	0.75	0.52
C2PP	8	17	2.44	3.00	0.81	0.79
C2CS	5	7	2.24	2.32	0.96	0.81
C2CP	15	102	2.78	3.91	0.71	0.74
P3PP	7	10	2.65	2.81	0.94	0.85
P3CS	3	13	0.77	1.58	0.49	0.30
P3CP	3	3	1.58	1.58	1.00	1.00
P2PS	13	66	2.39	3.70	0.64	0.69
P2PP	12	53	2.90	3.58	0.81	0.75
P2CS	4	12	1.73	2.00	0.86	0.56
P2CP	10	57	2.42	3.32	0.73	0.66
S1PS	8	12	2.92	3.00	0.97	0.88
S1CS	3	4	1.50	1.58	0.95	0.71
S1CP	3	13	0.77	1.58	0.49	0.30
A1PS	1	11	0.00	0.00	0.00	0.00
A1PP	12	38	2.80	3.58	0.78	0.77
A1CS	1	4	0.00	0.00	0.00	0.00
A1CP	5	25	1.40	2.32	0.60	0.36
G2PS	4	6	1.92	2.00	0.96	0.76
G2PP	13	32	3.37	3.70	0.91	0.84
G2CS	1	1	0.00	0.00	0.00	0.00
G2CP	8	67	2.58	3.00	0.86	0.76
G1PS	3	3	1.58	1.58	1.00	1.00
G1PP	4	5	1.92	2.00	0.96	0.81
G1CS	4	5	1.92	2.00	0.96	0.81
G1CP	20	79	3.55	4.32	0.82	0.83
C1PS	3	8	1.56	1.58	0.99	0.82
C1PP	14	117	2.62	3.81	0.69	0.69
C1CS	8	105	0.88	3.00	0.29	0.18
C1CP	13	123	2.95	3.70	0.80	0.71
S4PP	2	2	1.00	1.00	1.00	1.00
S4CS	2	2	1.00	1.00	1.00	1.00
S4CP	5	8	2.16	2.32	0.93	0.75

Tabla I. Matriz con los valores de varios indicadores ecológicos, fundamentalmente de diversidad y equilibrio, de las muestras del estudio.

también unos valores significativamente altos ($> 2,5$ bits) las muestras: SC2S, SC2P, H2CP, H1PS, H1CP, E1PS, E1PP, C2CP, P3PP, P2PP, S1PS, A1PP, G2CP, C1PP y C1CP. Las muestras en las que nos daría una diversidad 0, serían aquellas en las que no aparece más que una especie: G4CS, G4CP, A1PS, A1CS y G2CS, presentando también valores muy bajos de diversidad específica (< 1 bit) las muestras: BL2S, BL2P, SC3S, G4PP, P3CS, S1CP y C1CS. Se podría destacar, que entre las muestras con diversidad más alta hay algunas de las más recientemente incendiadas (G1CP -1 año-) y algunas de las más antiguamente incendiadas (G3CP -12 años-), no habiendo sin embargo ninguno de las muestras de zonas no incendiadas (blancos), y estando por el contrario uno de los blancos entre las muestras con una diversidad más baja (BL2).

Dejando para más adelante la valoración más profunda de la diversidad específica en función de los diferentes factores considerados en el estudio (edad de abandono, lugar dentro del incendio, nivel del suelo), se puede avanzar a la vista de los resultados reseñados, que la diversidad específica sería significativamente mayor en las porciones o capas profundas de los suelos incendiados (entre los 10 y 20 cm.) que en las capas superficiales (los primeros 10 cm.), -el 75 % de las muestras con alta diversidad son unidades de profundidad (P) y 2/3 de las muestras con baja diversidad son unidades de superficie (S)-.

La diversidad relativa o equitatividad (E) es alta en la mayoría de las muestras, porque al tener mayoritariamente un bajo número de individuos el reparto suele ser bastante equitativo entre las especies. Así, se dan muchos casos de muestras, por ejemplo, con 5 individuos de 4 especies, en las si bien el reparto es bueno, se hace a costa de una gran escasez de ejemplares. Por ello, y al margen de los ceros que aparecen en las mismas muestras en que tiene valor 0 la diversidad y de los unos que aparecen en aquellas muestras con muy pocas especies en que cada una cuenta con un sólo ejemplar, se tomarán en consideración para el análisis de la equitatividad, únicamente aquellas muestras que presenten un mínimo de 7 especies (valor subjetivo tomado como mínimo suficiente para poder hablar de una comunidad Oribatológica, en la que poder observar equilibrio o desequilibrio).

Teniendo en cuenta lo anterior, las muestras con más de siete especies con una diversidad relativa o equitatividad, significativamente elevada ($> 0,8$) -poblaciones equilibradas (DAGET, 1979)- serían: SC2P, G3PP, G3CS, G3CP, P1CS, H2CP, H1PS, H1CP, E1PS, E1PP, C2PP, P3PP, P2PP, S1PS, G2PP, G2CP, G1CP y C1CP; mientras que en sentido contrario las muestras con una baja diversidad relativa ($< 0,6$), sin tener en cuenta un número mínimo de especies por muestra, serían: BL1P, BL2S, BL2P, SC3S, V1CP, G4PP, P3CS, S1CP y C1CS, quedando únicamente BL1P y C1CS con la premisa de que tengan al menos siete especies. Destacan con valores especialmente elevados (por encima de 0,94), en orden creciente, las muestras S1PS, H2CP, G3PP, H1PS, P3PP y H1CP, en las que la diversidad específica encontrada se acerca mucho al máximo posible (llegando a él -1- en H1CP) y que serían las zonas con poblaciones más equilibradas, y en sentido contrario, con un buen número de especies pero con un manifiesto desequilibrio en el reparto de ejemplares, en orden creciente, las muestras BL1P y C1CS.

Obsérvese, que entre las muestras de mayor diversidad relativa o más equitativas, la mayoría son unidades de profundidad (P), y cómo las muestras menos equilibradas son una zona incendiada recientemente (1 año) y una zona no incendiada (blanco).

La Constante de Motomura (K.M.), se interpretará como en el caso anterior, ya que también nos habla del equilibrio en las comunidades de Oribátidos.

Al analizar la distribución de abundancias a la luz del modelo de Motomura, a partir del valor que toma su constante en las distintas muestras, se constata que catorce muestras tienen un valor significativamente elevado ($> 0,8$): G3PP, G3CP, H2PP, H2CP, H1PS, H1CP, C2CS, P3PP, S1PS, G2PP, G1PP, G1CS, G1CP y C1PS, y en sentido contrario de entre las doce muestras que presenta un valor de constate de Motomura bajo ($< 0,5$), en dos ocurre esto sobre un buen número de especies presentes (8), que serían BL1P y C1CS. Destacan con un valor muy alto de la constante de Motomura, por orden creciente, las muestras S1PS,

H1PS y H1CP (donde la constante alcanza la unidad), que serían aquellas en la que se presenta un reparto más equilibrado de los ejemplares entre las especies presentes.

Haciendo un análisis conjunto de los tres indicadores estudiados anteriormente de modo pormenorizado, se constata una significativa coincidencia entre los resultados de máximos y mínimos que ofrecen las distintas muestras en función de esos indicadores. En este sentido, se pueden destacar siete muestras (pertenecientes a cinco localidades) que presentan de modo coincidente los valores más elevados de diversidad de especies, de equitatividad y de constante de Motomura: G3PP, G3CP, H1PS, H1CP, S1PS, G2PP y G1CP, lo que indicaría que es en esos lugares en los que las comunidades de Oribátidos son más diversas y equilibradas. También en el análisis conjunto, se aprecia cómo las comunidades mejor establecidas ecológicamente se encuentran en la zona profunda del suelo.

Las zonas con comunidades más desequilibradas, también se pueden observar por la coincidencia de los valores más bajos de los indicadores estudiados, siendo especialmente significativa la coincidencia en la muestra C1CS, ya destacada en sentido negativo en el análisis individualizado de los tres indicadores, donde hay una sola especie muy dominante (a ella pertenecen más del 85 % de los ejemplares) y las demás presentan abundancias muy pequeñas.

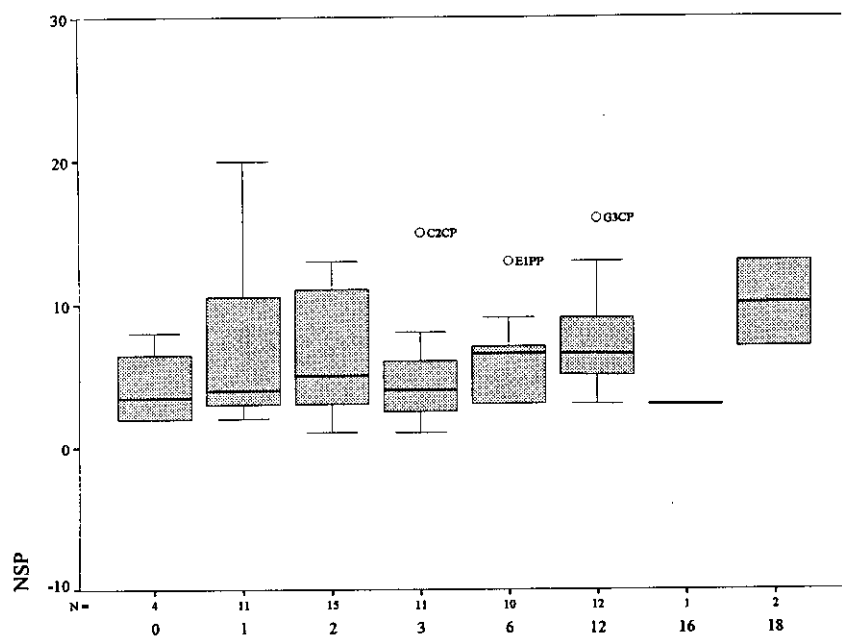
Mediante el estudio de la representación gráfica, por medio de diagramas de cajas, de los valores que toman los indicadores básicos: número de individuos y número de especies, y los derivados de éstos, tratados con anterioridad: diversidad específica, equitatividad y constante de Motomura, en función de la edad de abandono de la zona incendiada, se analiza seguidamente la evolución de la comunidad oribatológica (fundamentalmente su diversidad y su equilibrio), así como los comportamientos en función de la posición de la muestra en la zona incendiada (centro o periferia) y del nivel del suelo a que corresponda (superficial o profundo). Se ha observado en todas

las representaciones, cómo el comportamiento de la estación de muestreo correspondiente a 16 años de abandono, es disarmónico con respecto a los demás, sin que parezca existir ninguna explicación lógica al respecto desde un punto de vista ecológico, por lo que el valor de esa clase de edad no se someterá a interpretación con carácter general. Todas las representaciones que se ofrecen e interpretan, se han hecho tomando conjuntamente todas las unidades de muestra (superficie + profundidad).

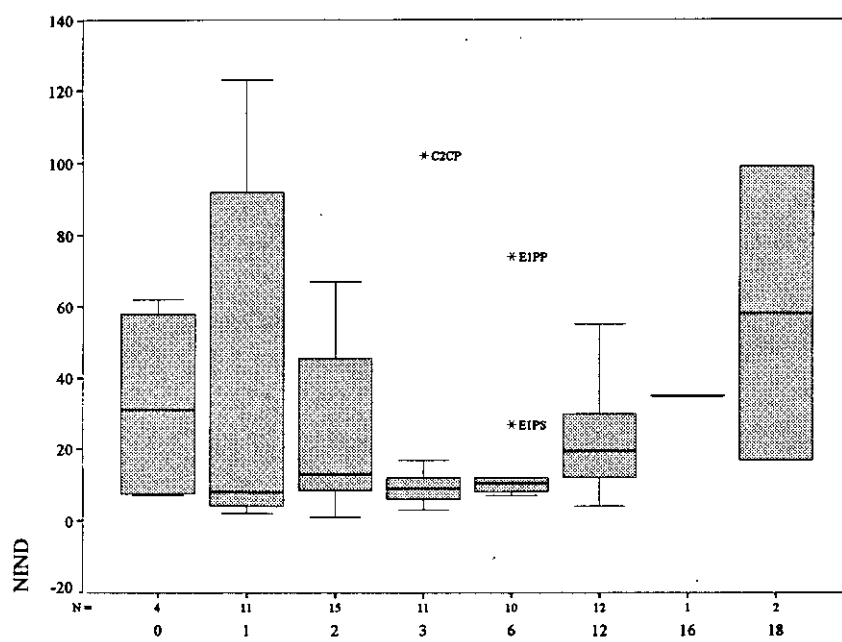
En el gráfico de la Figura 1 a, se observa: (1) que los blancos (0 años de abandono, zonas no incendiadas) presentan el menor número de especies, si bien con valores próximos a los de las clases de uno y tres años, y (2) que el número de especies sigue una tendencia creciente desde un año hasta dieciocho, siendo consistente la recuperación a partir de los seis años.

En el gráfico de la Figura 1 b, se observa: (1) que se produce una recuperación del número de ejemplares (individuos) con los años tras el incendio (abandono), si bien hasta los seis años las cantidades son muy bajas, siendo a partir de los doce años cuando el incremento se hace patente, (2) que la clase de dieciseis años de abandono muestra aquí un comportamiento interpretable con un valor intermedio en la recuperación, y (3) que los blancos muestran un número de individuos alto sólo superado por las localidades de dieciocho años.

En los gráficos de la Figura 2, se puede apreciar como los blancos presentan los valores de diversidad específica (H_s), equitividad (E) y constante de Motomura (KM) más bajos de todas las clases (con resultados fiables), por lo que, teniendo en cuenta -como se ha constatado anteriormente- que presentan el menor número de especies pero un número bastante alto de individuos, este resultado debe interpretarse en virtud de que en ellos hay unas pocas especies (dos) que concentran la mayor parte de los ejemplares (dominantes) y el resto (recesivas) con un bajo número de representantes. Se trataría de lugares con comunidades oribatológicas no tanto escasas como no equilibradas, probablemente estabilizadas en unos niveles bajos de diversidad.

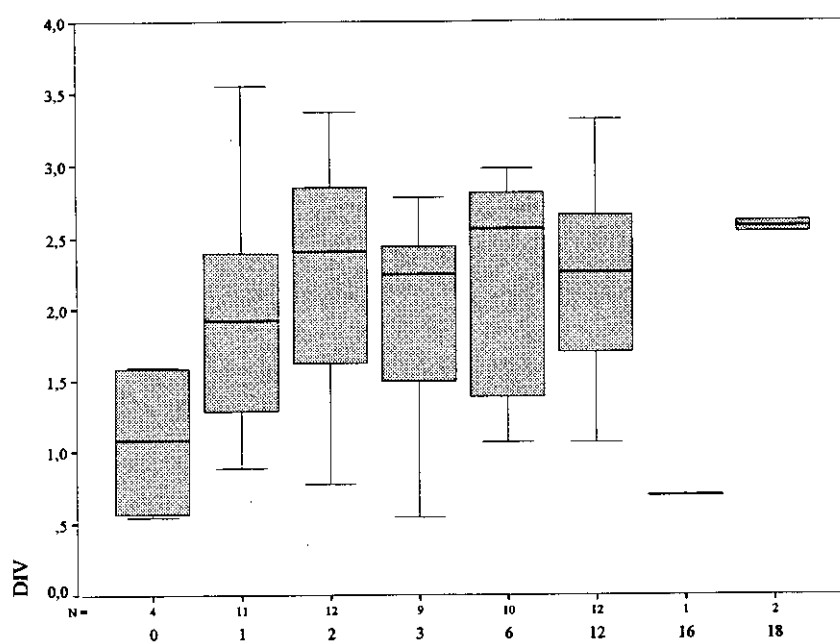


(a)

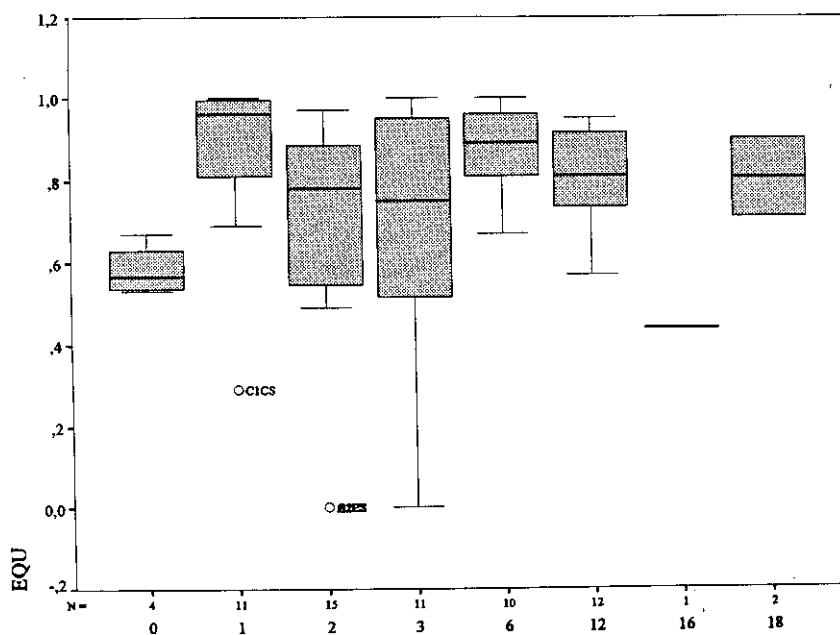


(b)

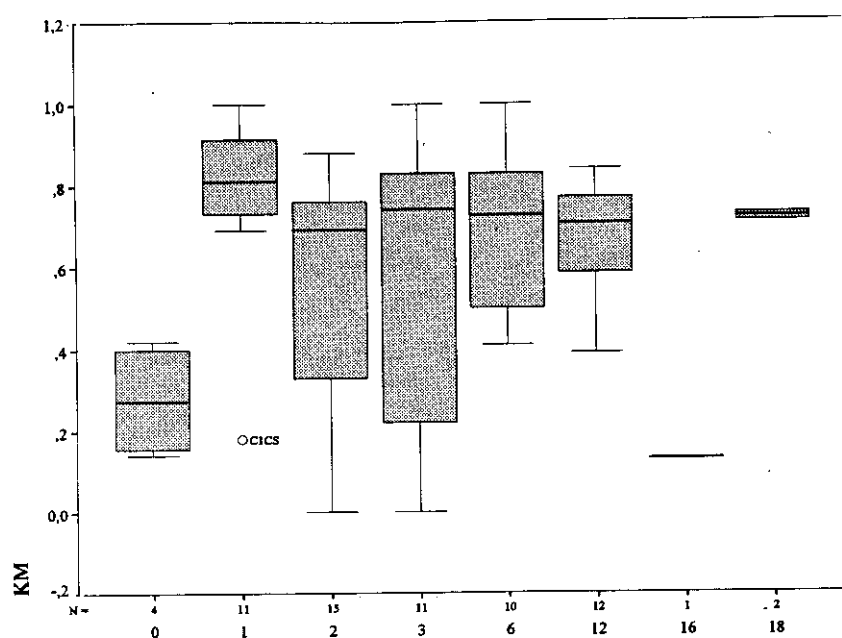
Figura 1. Diagramas de cajas representando la evolución del número de especies (a) y del número de individuos (b) con la edad de abandono de la zona incendiada.



(a)



(b)



(c)

Figura 2. Diagramas de cajas representando la evolución de la diversidad (a), la equitatividad (b) y la constante de Motonura (c) con la edad de abandono de la zona incendiada.

La diversidad específica (DIV, Figura 2 a), sin tener en cuenta los blancos ya comentados, presenta las diversidades más bajas el primer año (aunque muy superiores a los blancos), y a partir de aquí sus valores fluctuarían -aunque la evolución general es hacia la recuperación-, subiendo significativamente a los dos años, bajando a los tres años, subiendo y llegando al máximo a los seis años, bajando de nuevo a los doce años al nivel de los tres y retornando al nivel máximo a los dieciocho. Para la representación de este indicador, se han eliminado las muestras que presentaban un valor de diversidad igual a cero.

La equitatividad (EQU) y la constante de Motomura (KM) (Figuras 2 b y 2 c) tienen una evolución muy semejante, observándose -tras el comportamiento comentado de los blancos- un máximo el primer año, bajando significativamente el segundo y manteniéndose, tras una patente fluctuación alcista a los seis años, aproximadamente a ese nivel (muy superior al blanco y por debajo de un año) hasta los dieciocho años.

Realizados los análisis y representaciones gráficas oportunos, tomando por separado las unidades de muestra según su posición dentro de la zona incendiada: centro (C), un lugar aleatorio a más de 100 metros del perímetro de la zona quemada, y periferia (P), un lugar aleatorio a diez metros del borde del incendio, se obtiene un patrón de evolución en función de la edad de abandono de la zona incendiada diferente para ambos casos, con una serie de fluctuaciones de difícil interpretación y de donde se puede extraer que la diversidad específica (Hs) es superior en las zonas de periferia que en las de centro.

Igualmente, realizando análisis y representaciones, considerando independientemente las unidades de muestra según el nivel del suelo en la zona incendiada: superficie (S), los 10 primeros cm. del suelo, y profundidad (P), los 10 cm. siguientes o restantes (hasta 20 cm., que era la altura del cilindro de

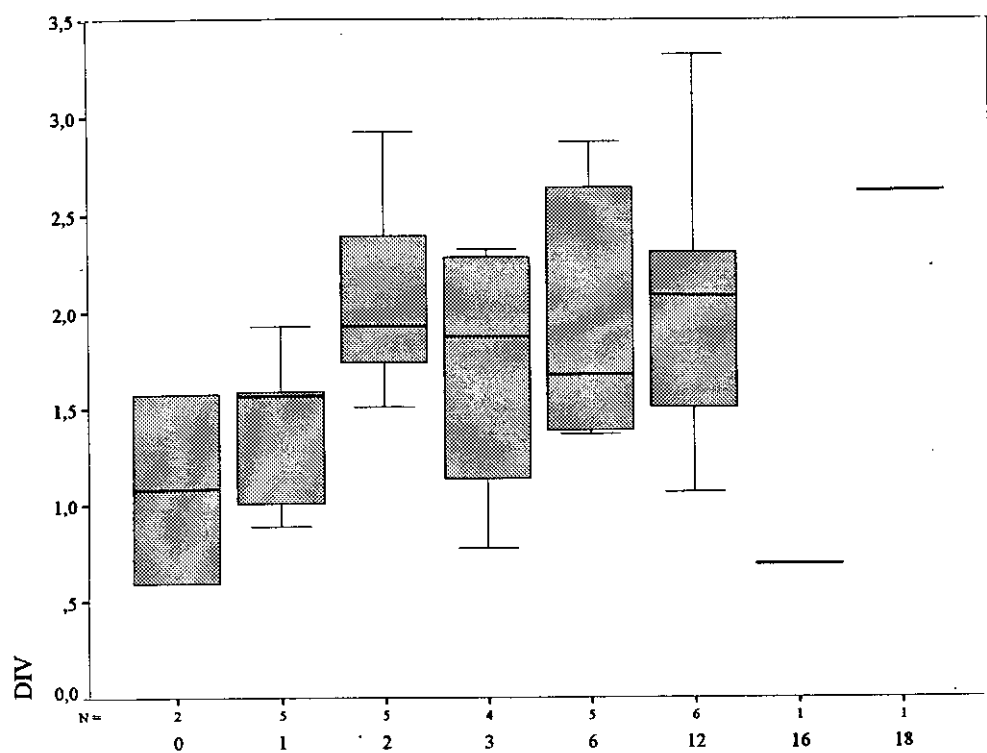
muestreo), se observan patrones diferentes de evolución en función de la edad abandono del incendio, siendo tanto el número de especies y de individuos como la diversidad específica más elevados en las unidades de profundidad que en las de superficie. Así, como se aprecia en los gráficos de la Figura 3, la diversidad es más estable en profundidad, debido a que es esa la porción del suelo que se ha visto menos afectada por el incendio, mientras que en superficie se va produciendo un incremento progresivo -de diversidad- con los años de abandono, lo que indica una creciente recuperación de la zona que se ha visto más dañada por el fuego.

3.1.2.- Sobre las especies.

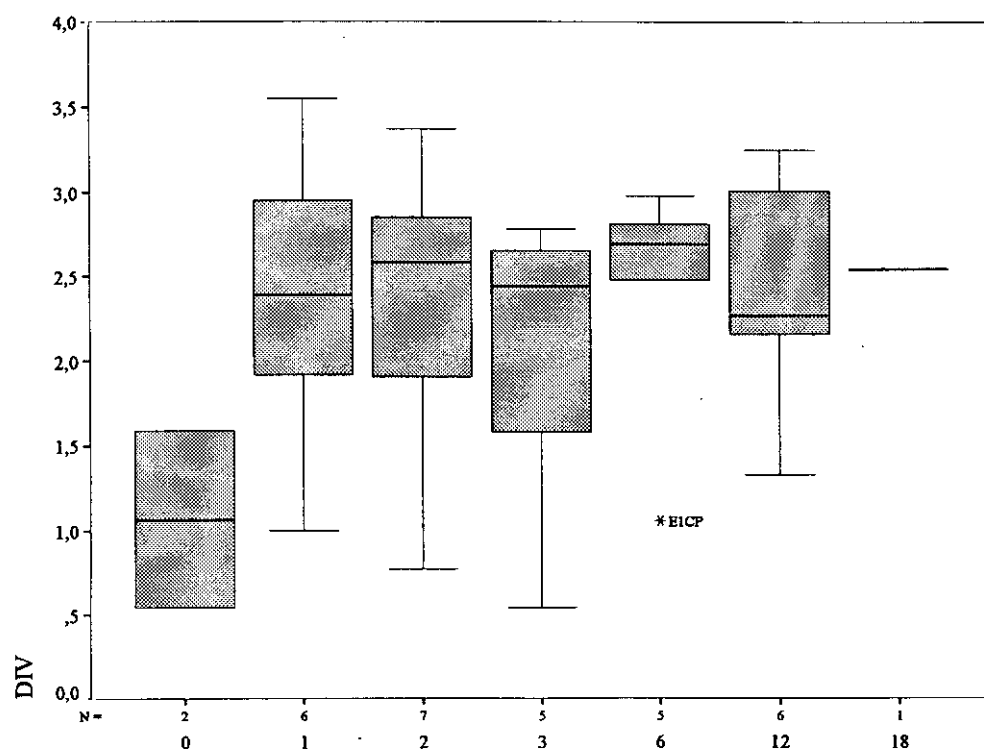
Los resultados de los cálculos de indicadores ecológicos sobre las especies, se exponen en la Tabla II.

La valencia ecológica y la amplitud de nicho son dos indicadores que nos ofrecen una información coincidente, lo que desde el punto de vista ecológico se puede interpretar como que las especies con una mayor valencia ecológica son las más adaptables o menos exigentes, ello conlleva una mayor amplitud de nicho, esto es, unas posibilidades de habitar en una gran variedad de lugares y condiciones (nichos ecológicos) diferentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, las especies de nuestro estudio con una alta valencia ecológica ($> 2,5$) y amplitud de nicho ($> 0,6$) serían: *Aphelacarus acarinus* (aac), *Epylohmannia cylindrica* (ecy), *Lichnodamaeus undulatus* (lun), *Carabodes gregorioi* (cgr), *Tectocephus velatus sarekensis* (tve), *Iberoppia paradoxa* (ipa), *Medioppia media* (mme), *Microppia minus* (mmn), *Serratoppia intermedia* (sin), *Berniniella intrudens* (bit), *Opiella* (O.) *nova* (ono), *Suctobelbella* (S.) *subcornigera* (ssu), *Scutovertex sculptus* (ssc), *Ceratozetes armatus* (car), *Ceratozetes laticuspidatus* (cla), *Lauritzenia* (*Incabates*) *pallidus* (lpa) y *Oribatula* (O.) *tibialis* (oti). En sentido contrario, descartando aquellas especies que presentan un muy escaso número de individuos (< 5) como para poder hacer alguna



(a)



(b)

Figura 3. Diagramas de cajas representando la evolución de la diversidad en los niveles edáficos de superficie (a) y profundidad (b) con la edad de abandono de la zona incendiada.

valoración sobre este aspecto, las especies con representación suficiente que muestran unos valores bajos de valencia ecológica y amplitud de nicho, serían: *Liochthonius strenzkei* (lst), *Bursoplophora iberica* (bib), *Hermanniella issanielloides* (his), *Hypochthonius luteus* (hlu), *Ramuselloppia anomala* (ran), *Passalozetes (Bipassalozetes) reticulatus* (pre), *Ceratozetes simulator* (csi) y *Oribatula (Zygoribatula) exarata* (oex).

Los resultados de la constante de Motomura, nos ofrecen una información que a grandes rasgos coincide con lo mostrado por la valencia ecológica. Así, las especies con un valor de esta constante alto ($> 0,8$), serían aquellos oribátidos cuyos ejemplares se distribuyen (reparten) de un modo equilibrado entre las diferentes muestras en que aparecen (sin concentrarse en una o en pocas de ellas), que serían aquellos menos exigentes y por tanto con una más amplia valencia ecológica. Exceptuando aquellas especies con bajo número de individuos (< 10) y que aparecen en varias muestras, en que obviamente el reparto es bueno pues en ocasiones salen a individuo por muestra, las especies que se han citado en el párrafo anterior para significar las de mayor valencia ecológica y amplitud de nicho, son también de modo generalizado las de más alta constante de Motomura.

Cabe destacar por sus valores especialmente extremos, como especies más adaptables, menos exigentes y más equilibrada o ampliamente distribuidas en nuestras zonas incendiadas -de mayor a menor valencia ecológica-: *Oribatula (O.) tibialis* (oti), *Serratoppia intermedia* (sin), *Microppia minus* (mmn) y *Aphelacarus acarinus* (aac), y como especie notablemente menos adaptable y menos ampliamente distribuida: *Oribatula (Zygoribatula) exarata* (oex).

Se puede realizar una valoración parecida evaluando la representación gráfica de las especies en función de sus valores de valencia ecológica (VECOL) y constante de Motomura (KM) (Figura 4 a). Obsérvese, como las especies antes referidas con valores elevados o bajos de valencia ecológica (y amplitud de

nicho) y constante de Motomura, se sitúan en ángulos opuestos del gráfico, diferenciadas del agrupamiento central en que están toda una serie de especies indefinidas y por tanto con valores y posición intermedios. Se aprecia como las especies destacadas, ocupan las posiciones más extremas dentro de los grupos de especies diferenciadas (oti, sin, mmn, aac/oex, pre, csi, his).

Obsérvese en la Figura 4 b como la mayoría de la especies con un alto índice de presencia (NST -nº de sitios-) son también las de más elevado índice de abundancia (NIND -nº de individuos-), no existiendo prácticamente ni especies presentes en muchos sitios pero poco abundantes, ni especies presentes en pocos sitios pero muy abundantemente.

En el Anexo I de este trabajo, se refiere la lista con los datos completos de las especies manejadas en el estudio (nombre completo, autor, año, y abreviatura). Se conserva en el texto la abreviatura entre paréntesis a continuación del nombre de la especie, con el objeto de facilitar la comprensión de la interpretación que se ofrece de las gráficas.

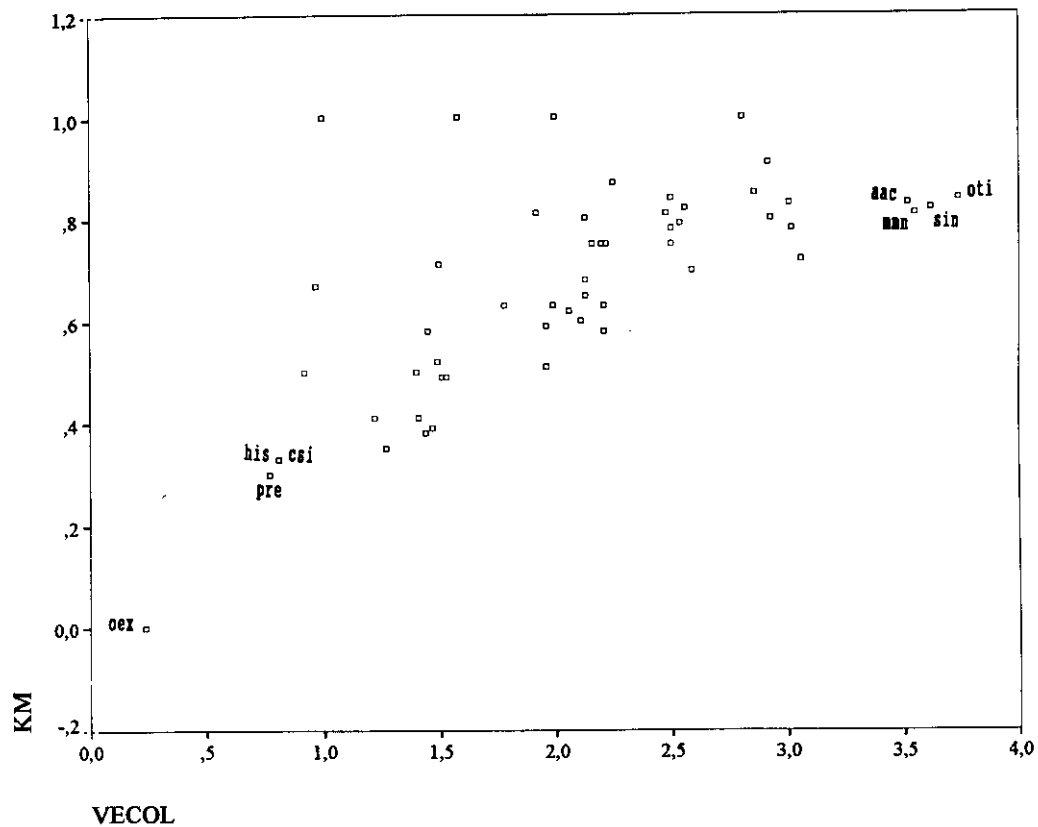
3.2.- Contraste y discusión de los resultados

Contrastando nuestros resultados con los obtenidos por otros autores (POLLO ZORITA, 1985; MATEOS *et al.* SELGA, 1991; MATEOS, 1992; PEREZ-IÑIGO, 1992; SERRA *et al.*, 1992; SARLE *et al.* PARRA, 1993; ITURRONDOBEITIA *et al.*, 1994) en zonas de España de condiciones igualmente mediterráneas, con distintos grupos de fauna edáfica (Isópodos, Colémbolos y Acaros), se observa una buena coincidencia en el patrón general de incidencia y regeneración en las zonas incendiadas. No obstante, existen algunas diferencias debidas a la diferente valencia ecológica y distinto papel y modo de vida de los distintos grupos dentro del ecosistema edáfico.

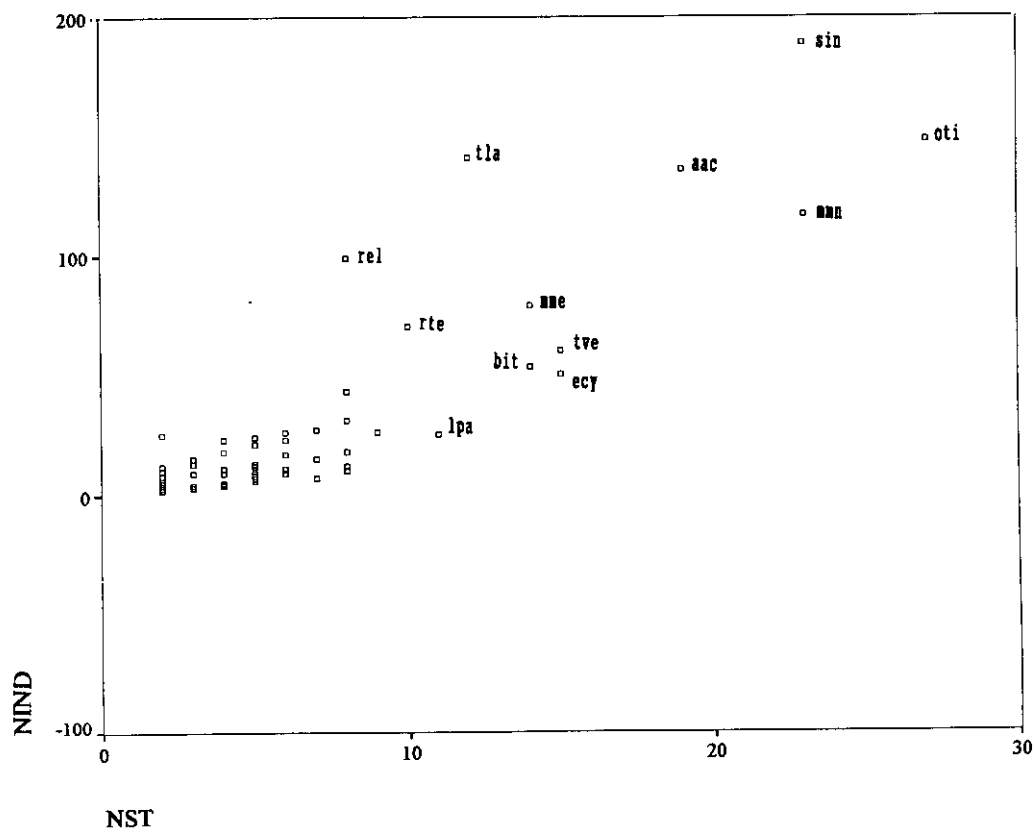
Los resultados de donde a continuación, y tras el contraste, se extrae y comenta el patrón de incidencia y regeneración, deberían su coincidencia en gran medida a que en todos los casos

ESPEC.	N mue	N ind	N i/m	Prob	Div	Div m	Equ	A N	K M
AAC	19	136	7.16	7.60	3.52	4.25	0.83	0.58	0.83
BAM	3	3	1.00	0.17	1.58	1.58	1.00	0.26	1.00
LST	2	10	5.00	0.56	1.00	1.00	1.00	0.17	1.00
SJA	3	3	1.00	0.17	1.58	1.58	1.00	0.26	1.00
BIB	3	15	5.00	0.84	1.27	1.58	0.80	0.21	0.35
CFO	5	13	2.60	0.73	1.99	2.32	0.86	0.33	0.63
PEN	4	4	1.00	0.22	2.00	2.00	1.00	0.33	1.00
SSP	5	21	4.20	1.17	1.47	2.32	0.63	0.24	0.39
PPY	5	12	2.40	0.67	2.13	2.32	0.92	0.35	0.68
HLU	3	9	3.00	0.50	1.22	1.58	0.77	0.20	0.41
GRH	6	23	3.83	1.29	2.11	2.58	0.82	0.35	0.60
ECY	15	50	3.33	2.79	2.56	3.91	0.66	0.42	0.82
MMA	2	2	1.00	0.11	1.00	1.00	1.00	0.17	1.00
HIS	2	8	4.00	0.45	0.81	1.00	0.81	0.13	0.33
ASE	2	3	1.50	0.17	0.92	1.00	0.92	0.15	0.50
LAD	2	5	2.50	0.28	0.97	1.00	0.97	0.16	0.67
LCO	5	12	2.40	0.67	1.78	2.32	0.77	0.29	0.63
LPU	2	2	1.00	0.11	1.00	1.00	1.00	0.17	1.00
LUN	9	26	2.89	1.45	3.01	3.17	0.95	0.50	0.83
CPE	7	27	3.86	1.51	2.21	2.81	0.79	0.37	0.63
CGR	8	43	5.38	2.40	2.59	3.00	0.86	0.43	0.70
TVE	15	60	4.00	3.35	2.54	3.91	0.65	0.42	0.79
MAB	2	3	1.50	0.17	0.92	1.00	0.92	0.15	0.50
APA	4	4	1.00	0.22	2.00	2.00	1.00	0.33	1.00
IPA	8	12	1.50	0.67	2.86	3.00	0.95	0.47	0.85
DCY	5	6	1.20	0.34	2.25	2.32	0.97	0.37	0.87
MME	14	79	5.64	4.42	3.06	3.81	0.80	0.51	0.72
MMH	23	117	5.09	6.54	3.55	4.52	0.78	0.59	0.81
SMI	2	2	1.00	0.11	1.00	1.00	1.00	0.17	1.00
SIN	23	189	8.22	10.56	3.62	4.52	0.80	0.60	0.82
BIN	8	31	3.88	1.73	2.06	3.00	0.69	0.34	0.62
BIT	14	53	3.79	2.96	3.02	3.81	0.79	0.50	0.78
LDO	4	23	5.75	1.29	1.44	2.00	0.72	0.24	0.38
MUN	3	4	1.33	0.22	1.50	1.58	0.95	0.25	0.71
ONO	6	9	1.50	0.50	2.50	2.58	0.97	0.41	0.84
FIT	3	15	5.00	0.84	1.40	1.58	0.88	0.23	0.50
QIN	5	24	4.80	1.34	1.41	2.32	0.61	0.23	0.41
OYE	4	5	1.25	0.28	1.92	2.00	0.96	0.32	0.81
JCE	6	26	4.33	1.45	1.51	2.58	0.58	0.25	0.49
REL	8	99	12.38	5.53	1.96	3.00	0.65	0.32	0.51
RIN	4	9	2.25	0.50	1.45	2.00	0.72	0.24	0.58
RTE	10	70	7.00	3.91	2.21	3.32	0.66	0.36	0.58
RFA	6	11	1.83	0.61	2.22	2.58	0.86	0.37	0.75
RAN	2	6	3.00	0.34	1.00	1.00	1.00	0.17	1.00
STR	5	7	1.40	0.39	2.13	2.32	0.92	0.35	0.80
SFA	2	3	1.50	0.17	0.92	1.00	0.92	0.15	0.50
SSA	3	3	1.00	0.17	1.58	1.58	1.00	0.26	1.00
SSU	8	18	2.25	1.01	2.50	3.00	0.83	0.41	0.78
SSC	8	10	1.25	0.56	2.92	3.00	0.97	0.48	0.91
PRE	3	13	4.33	0.73	0.77	1.58	0.49	0.13	0.30
CAR	7	7	1.00	0.39	2.81	2.81	1.00	0.46	1.00
CCO	2	2	1.00	0.11	1.00	1.00	1.00	0.17	1.00
CLA	7	15	2.14	0.84	2.50	2.81	0.89	0.41	0.75
CNA	5	8	1.60	0.45	2.16	2.32	0.93	0.36	0.75
COB	4	11	2.75	0.61	1.49	2.00	0.75	0.25	0.52
CSI	2	12	6.00	0.67	0.81	1.00	0.81	0.13	0.33
CSC	6	11	1.83	0.61	2.48	2.58	0.96	0.41	0.81
AAL	5	9	1.80	0.50	2.20	2.32	0.95	0.36	0.75
TLA	12	141	11.75	7.88	1.96	3.58	0.55	0.32	0.59
LPA	11	25	2.27	1.40	2.93	3.46	0.85	0.49	0.80
OTI	27	148	5.48	8.27	3.74	4.75	0.79	0.62	0.84
OEX	2	25	12.50	1.40	0.24	1.00	0.24	0.00	0.00
HIN	2	2	1.00	0.11	1.00	1.00	1.00	0.17	1.00
HRO	6	17	2.83	0.95	2.13	2.58	0.82	0.35	0.65
SFI	4	18	4.50	1.01	1.53	2.00	0.76	0.25	0.49

Tabla II. Matriz con los valores de los indicadores ecológicos, fundamentalmente de adaptabilidad y equilibrio, de las especies del estudio.



(a)



(b)

Figura 4. Representación gráfica de las especies según sus valores de valencia ecológica (VECOL) y constante de motonura (KM) (a), y según el número de sitios (NST) en que aparecen y el número de individuos (NIND) que presentan (b).

se parte de incendios forestales no prescritos y ocurridos durante el verano, con lo que su alta intensidad, con incremento de temperatura y descenso de humedad en el suelo muy importantes, provocaría notables modificaciones de las condiciones de vida para las comunidades edáficas.

En estas circunstancias se constata que, esta modificación de condiciones del hábitat provocada por el incendio, incide principalmente en una disminución generalizada de la densidad -y diversidad- de las poblaciones edáficas, y conlleva una homogeneización vertical de esas poblaciones, y que la regeneración de las comunidades edáficas en zonas incendiadas se hace primero desde el punto de vista cuantitativo (densidad) y a largo plazo también cualitativamente (diversidad y equilibrio). Así, la recuperación de las densidades o niveles poblacionales se verifica entre los tres y seis años tras el incendio, pero ello no significa que para entonces se haya recuperado la estructura de la comunidad, ya que en general esa recuperación cuantitativa se hace a costa de elevadas poblaciones de especies oportunistas, más móviles o de amplia valencia ecológica, favorecidas por la menor competencia o por la mayor insolación (heliófilas) o aridez (xerófilas) del suelo, por lo que el equilibrio y la estabilidad se consiguen a muy largo plazo (más de diez años).

Asimismo, tras la muerte de la fauna edáfica de superficie con la destrucción de los horizontes superiores del suelo, se produce la recolonización a partir de las poblaciones supervivientes de los horizontes inferiores (de ahí la indiferenciación u homogeneización) y a partir de las poblaciones habitantes de las zonas periféricas no afectadas por el incendio. Por ello, las comunidades de las zonas profunda (frente a superficial) y periférica (frente a central) de las áreas quemadas muestran los mejores niveles de diversidad y equilibrio. No obstante, la aridez estival en estas zonas mediterráneas, debe influir de manera determinante sobre la preferencia de la fauna edáfica por las capas profundas de los suelos incendiados, que están desnudos (sin cubierta vegetal y sin horizontes orgánicos).

Probablemente por no ser en nuestro caso los blancos tomados un buen punto de referencia, que nos ofrezca una amplia descripción de la comunidad típica de los pinares del Sur de Gredos, no hemos podido constatar experimentalmente la desaparición de especies características o exclusivas con la perturbación que provoca el incendio.

No se ha podido contrastar la fluctuación encontrada en nuestro estudio en la recuperación de los indicadores de estructuración y estabilidad de las comunidades edáficas ni su evolución a largo plazo, ya que en los trabajos referidos, realizados en nuestro país, el periodo de estudio no va más allá de tres años.

Con respecto al plazo de regeneración de las comunidades edáficas en zonas incendiadas (con diferentes grupos de artrópodos y en distintas zonas geográficas y tipos de vegetación), también la mayoría de los trabajos realizados fuera de España suelen abarcar periodos de estudio que no van más allá de meses o los primeros años tras el incendio, siendo los resultados de modo generalizado coincidentes en que con incendios no prescritos (accidentales o naturales), de alta intensidad -o con quemas muy frecuentes: anuales (METZ *et* FARRIER, 1973)-, las poblaciones edáficas, principalmente de los grupos o especies que tienen su nicho en la superficie del suelo o en los horizontes superiores de éste (hojarasca y capa de humus), se ven afectados de modo importante, observándose notables reducciones de la densidad y la diversidad poblacionales (BUFFINGTON, 1967; HUHTA *et al.*, 1967; BLANDIN, 1971; ATHIAS-BINCHE, 1987; CHRISTENSEN *et* ABBOTT, 1989; PEREIRA DE OLIVEIRA *et* FRANKLIN, 1993). También de modo generalizado, se coincide en que la regeneración de las poblaciones edáficas va paralela a la reconstrucción de los horizontes orgánicos (SAULNIER *et* ATHIAS-BINCHE, 1986), realizándose fundamentalmente a partir de elementos supervivientes en zonas refugio del interior del suelo (BELLIDO, 1987) y de especies procedentes de zonas vecinas no incendiadas (CHRISTENSEN *et* ABBOTT, *op. cit.*), y ocasionalmente por foresia (ATHIAS-BINCHE, *op. cit.*).

En suelos de zonas que sufren o se someten a incendios de media o baja intensidad, generalmente fuegos prescritos, el incremento de temperatura, que es la causa fundamental de la perturbación del suelo y sus pobladores, unos centímetros por debajo de la superficie del suelo de modo generalizado produce un pequeño impacto, no llegando a ser letal (GUILLON, 1970). Por lo que en estas zonas puede no observarse efecto alguno del fuego sobre el nivel (densidad), la composición (diversidad) o la fenología de las poblaciones edáficas (DE IZARRA, 1977), o producirse impactos débiles con recuperación de los niveles habituales en cortos espacios de tiempo -dos o tres años- (GUILLON, *op. cit.*; ATHIAS *et al.*, 1975; ABBOTT, 1984; ABBOTT *et al.*, 1984-85; ANDERSON *et al.*, 1989; SEASTEDT *et REDDY*, 1991).

No obstante, tanto el impacto como la recuperación son muy distintos dependiendo del tipo de ecosistema que resulte incendiado -además, como se ha indicado, del tipo de incendio-, ya que si bien en ecosistemas como los que ofrecen los resultados expuestos en el párrafo anterior, que son zonas abiertas -pradera, sabana, pampa- (con escasos horizontes orgánicos), el efecto del fuego sobre las poblaciones edáficas es benigno o inexistente y la recuperación es bastante rápida, en ecosistemas forestales (como nuestra zona de estudio en Gredos) -donde los incendios suelen alcanzar la mayor virulencia- el fuego produce graves modificaciones en la densidad y la estructura de las comunidades edáficas, siendo la recuperación en estos casos a largo plazo -más de diez años-, pasando con anterioridad por estadios transitorios desequilibrados (ATHIAS-BINCHE *et al.*, 1987; SERRA *et al.*, *op. cit.*).

Al igual que con los incendios, con otras perturbaciones del suelo como la reforestación (introducción de vegetación arbórea) o el cultivo (roturación, siembra, etc.) parece que la reacción de las comunidades de Acaros Oribátidos es muy semejante. En este sentido, se observa cómo la repoblación con pino (MORENO, 1991) y las prácticas de cultivo cerealista (ACOSTA *et al.*, 1987) en

determinados lugares de España, son perturbaciones que provocan la ruptura de la estructura de la comunidad oribatológica preexistente, provocando una disminución en la diversidad y el equilibrio de ésta. Tras el cese de la perturbación (crecimiento de la repoblación y abandono del cultivo), se produce un proceso sucesional secundario en el que se atraviesa por comunidades transitorias diferentes con diferente grado de desequilibrio, produciéndose un acercamiento progresivo hacia las condiciones iniciales (significado por las zonas de mayor edad de abandono), que en el caso de los campos de cultivo (ACOSTA *et al.*, *op. cit.*) no es linealmente ascendente sino cíclico o fluctuante -como ocurre con la recuperación de nuestras zonas incendiadas-.

Finalmente, remitimos a trabajos de otros autores con revisiones muy completas (CHRISTENSEN *et* ABBOTT, 1989; y TRABAUD, 1991) para un conocimiento global y exhaustivo del efecto de los incendios forestales sobre los diferentes factores o componentes de los ecosistemas: los suelos (factores físicos y químicos, fauna, flora, microorganismos y hongos), la vegetación y la fauna. En otro trabajo muy completo (VELASCO *et al.*, 1986), realizado en un ecosistema ecológicamente igual y muy cercano geográficamente al de nuestro estudio (en pinares de Gredos), se puede encontrar una valoración del efecto del incendio sobre elementos del suelo no tratados por nosotros, como microflora, actinomicetos, microorganismos y nematofauna.

4.- CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES

- Los blancos (así como la muestra de 16 años de abandono) no muestran en general el comportamiento esperado, siendo de difícil interpretación su posicionamiento con respecto a las muestras de edades más próximas.

Podría ser que esos puntos de muestreo no hayan sido bien elegidos o que por azar las muestras correspondientes a esos puntos hayan sufrido algún daño a lo largo del proceso.

En el caso de los blancos, cabría pensar que las poblaciones oribatológicas de la zona, con el tiempo (100 años sin incendio ni otras perturbaciones) hayan evolucionado hacia una situación de estancamiento y estabilización en unos niveles medios de densidad y diversidad, donde unas pocas especies se han hecho dominantes.

- En el análisis realizado por muestras, coinciden a grandes rasgos los resultados de diversidad específica, equitatividad y constante de Motomura, lo que indica en términos generales que en estos suelos incendiados las poblaciones más diversas son también las más equilibradas y estables.

- La densidad y diversidad poblacionales disminuyen significativamente con el incendio, lo que sería debido a que los incendios sufridos por este ecosistema forestal durante la época de verano son muy intensos, destruyendo de modo generalizado la vegetación y los horizontes superficiales del suelo, eliminando así con ellos gran parte de la fauna (impacto directo) y originando modificaciones en el medio -insolación, nutrientes, temperatura, humedad- (efecto indirecto) que lo hacen inhóspito para muchas especies.

- Tanto los indicadores de densidad y diversidad como de equilibrio recuperan niveles normalizados aproximadamente a los seis años de ocurrido el incendio, si bien esa regeneración no sigue una progresión lineal ascendente sino con significativas fluctuaciones (patrón observado también en otras zonas tras el abandono de su cultivo), ni parece estabilizarse hasta después de los doce años (constatado en nuestro estudio a los 18 años).

- La densidad y, sobre todo, la diversidad de las poblaciones son más elevadas en la periferia de las zonas incendiadas (frente a la zona central) y en las capas profundas del suelo quemado (frente a las capas superficiales), lo que indica que en esas zonas la fauna edáfica ha sufrido menos intensamente el efecto perturbador del fuego, quedando refugiada en ellas la mayoría de las poblaciones de Oribátidos que van a ser origen de la repoblación del área incendiada.

- Las especies con más amplia valencia ecológica (y amplitud de nicho), que son también las más equilibrada u homogéneamente distribuidas, han resultado ser: *Oribatula tibialis* (Nicolet, 1835), *Serratoplia intermedia* Subías et Rodríguez, 1988, *Microppia minus* (Paoli, 1908) y *Aphelacarus acarinus* (Berlese, 1910), que serían aquellas que mejor se adaptan (eurioicas) a las condiciones de vida que ofrece el medio perturbado por el incendio en esta zona (sin vegetación y con el suelo "decapitado"), a menudo con un muy extremado grado de aridez. Se trata de Oribátidos que han aparecido frecuentemente en los estudios realizados en zonas mediterráneas de España y con una distribución geográfica muy amplia.

- Como reflexión final, coincidiendo con BELLIDO (1987), un factor de vital importancia en el estudio del efecto de los incendios sobre la fauna de los suelos, y a tener en cuenta por tanto de un modo prioritario en subsiguientes investigaciones, sería la intensidad del incendio. Si bien es un factor difícil de medir en incendios no prescritos, como los empleados en este estudio.

Anexo I

Listado sistemático especies-abreviaturas

Especie	Cod.
- <i>Aphelacarus acarinus</i> (Berlese, 1910)	aac
- <i>Brachychthonius amistosus</i> Gil-Martin et Subías, in litt.	ban
- <i>Liochthonius strenzkei</i> Forsslund, 1963	lst
- <i>Sellnickochthonius jacoti</i> (Evans, 1952)	sja
- <i>Bursoplophora iberica</i> Subías et C. Pérez-Iñigo, 1978	bib
- <i>Cosmochthonius</i> (C.) <i>foliatus</i> Subías, 1982	cfo
- <i>Phyllozetes emmae</i> (Berlese, 1910)	pen
- <i>Sphaerochthonius splendidus</i> (Berlese, 1904)	ssp
- <i>Paralycus pyrigerus</i> (Berlese, 1905)	ppy
- <i>Hypochthonius luteus</i> Oudemans, 1917	hlu
- <i>Gehypochthonius rhadamanthus</i> Jacot, 1936	grh
- <i>Epilohmannia cylindrica</i> (Berlese, 1904)	ecy
- <i>Masthermannia mammillaris</i> (Berlese, 1904)	ma
- <i>Hermannella issanielloides</i> Gil-Martin et Subías, in litt.	his
- <i>Aleurodamaeus setosus</i> (Berlese, 1883)	ase
- <i>Licnoliodes adminensis</i> Grandjean, 1933	lad
- <i>Licnodamaeus costula</i> Grandjean, 1931	lco
- <i>Licnodamaeus pulcherrimus</i> (Paoli, 1908)	lpu
- <i>Licnodamaeus undulatus</i> (Paoli, 1908)	lua
- <i>Carabodes perezini</i> Salinas, 1971	cpe
- <i>Carabodes gregori</i> Gil-Martin et Subías, in litt.	cgr
- <i>Tectocephus velatus sarekensis</i> Trägårdh, 1910	tve
- <i>Montizetes abulensis</i> C. Pérez-Iñigo, 1984	mab
- <i>Autogneta parva</i> Forsslund, 1947	apa
- <i>Iberoppia paradoxa</i> C. Pérez-Iñigo, 1986	ipa
- <i>Discoppia</i> (<i>Cylindropia</i>) <i>cylindrica</i> (Pérez-Iñigo, 1965)	dcy
- <i>Medioppia media</i> (Mihelčič, 1956)	me
- <i>Microppia minus</i> (Paoli, 1908)	mn
- <i>Serratoppia minima</i> Subías et Rodríguez, 1988	sai
- <i>Serratoppia intermedia</i> Subías et Rodríguez, 1988	sin
- <i>Berniniella inornata</i> (Mihelčič, 1957)	bin
- <i>Berniniella intrudens</i> Subías, Rodríguez et Mínguez, 1987	bit
- <i>Lauropia doris</i> (E. Pérez-Iñigo, 1986)	ldo
- <i>Moritzoppia unicarinata unicarinatoides</i> Subías et Rodríguez, 1986	mun
- <i>Opiella</i> (O.) <i>nova</i> (Oudemans, 1902)	ono
- <i>Foraminoppia iturrondobeitioi</i> Arillo et Subías (in litt.)	fit
- <i>Oxyoppia</i> (<i>Dzarnogneta</i>) <i>intermedia</i> Subías et Rodríguez, 1986	oin
- <i>Oxyoppia</i> (<i>Dzarnogneta</i>) <i>yepesensis</i> Muñoz-Mingarro, 1987	oye
- <i>Javieroppia cervus</i> Mínguez et Subías, 1986	jce
- <i>Ramusella</i> (<i>Insculptoppia</i>) <i>elliptica</i> (Berlese, 1908)	rel
- <i>Ramusella</i> (<i>Insculptoppia</i>) <i>insculpta</i> (Paoli, 1908)	rin
- <i>Ramusella</i> (<i>Insculptoppia</i>) <i>terrícola</i> Subías et Rodríguez, 1986	rte
- <i>Ramusella</i> (<i>Rectoppia</i>) <i>fasciata</i> (Paoli, 1908)	rfa
- <i>Ramuselloppia anomala</i> Subías et Rodríguez, 1986	ran
- <i>Suctobelba trigona</i> (Michael, 1888)	str
- <i>Suctobelbella</i> (S.) <i>falcata</i> (Forsslund, 1941)	sfa
- <i>Suctobelbella</i> (S.) <i>sarekensis</i> (Forsslund, 1941)	ssa
- <i>Suctobelbella</i> (S.) <i>subcornigera</i> (Forsslund, 1941)	ssu
- <i>Scutovertex sculptus</i> Michael, 1879	ssc
- <i>Passalozetes</i> (<i>Bipassalozetes</i>) <i>reticulatus</i> Mihelčič, 1957	pre
- <i>Ceratozetes armatus</i> Mihelčič, 1956	car
- <i>Ceratozetes conjunctus</i> Mihelčič, 1956	cco
- <i>Ceratozetes laticuspidatus</i> Menke, 1964	cla
- <i>Ceratozetes nasutus</i> Subías, Kahwash et Ruiz, 1990	cna
- <i>Ceratozetes obtusus</i> Mihelčič, 1956	cob
- <i>Ceratozetes simulator</i> (C. Pérez-Iñigo, 1970)	csi
- <i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans, 1902)	csc
- <i>Allogalumna alanellae</i> (Jacot, 1935)	aal
- <i>Transoribates lagenula</i> (Berlese, 1904)	tla
- <i>Lauritzenia</i> (<i>Incabates</i>) <i>pallidus</i> (Mihelčič, 1956)	lpa
- <i>Oribatula</i> (O.) <i>tibialis</i> (Nicolet, 1855)	oti
- <i>Oribatula</i> (<i>Zygobibatula</i>) <i>exarata</i> Berlese, 1917	oex
- <i>Hemileius initialis</i> (Berlese, 1908)	hin
- <i>Hemileius robustus</i> C. Pérez-Iñigo, 1969	hro
- <i>Scheloribates fimbriatus</i> Thor, 1930	sfi

Anexo II. Matriz depurada de abundancias
muestras-especies (66 x 65).

[illegible]

PUBLICACION 9

Estudio ecológico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de una zona de la Sierra de Gredos (Avila, España).

2. Afinidades cenóticas e interespecíficas, caracterización y evolución de la fauna en zonas incendiadas, y relación de la fauna con los parámetros fisicoquímicos.

J. Gil-Martín & J. C. Iturrondobeitia. *Eur. J. Soil Biol.*

1.- INTRODUCCION

El presente trabajo es el segundo sobre Ecología de los Oribátidos de pinares incendiados de la Sierra de Gredos (Avila, Centro de España), exponiéndose en el trabajo anterior (ITURRONDOBEITIA *et* GIL-MARTIN, *in litt.*) todo lo referente al contexto biológico y experimental del estudio global del que forman parte. En este sentido, se remite a la lectura de la introducción de ese trabajo, para la mejor comprensión del presente y evitar reiteraciones innecesarias.

Teniendo en cuenta: (1) las consideraciones de estudios previos sobre Oribátidos (SALOÑA, 1988) (en los que se realizaban tratamientos matemático-estadísticos semejantes a los aquí empleados), en lo referente a problemas surgidos en el tratamiento e interpretación de resultados por el elevado número de especies y muestras manejados, y (2) la falta de significación ecológica de las especies que aparecen en una sola unidad de muestra y de las muestras que no presentan Oribátidos, para una parte de los análisis que se realizan en este trabajo (afinidad entre especies y entre muestras, y relación de las especies con las muestras o zonas) se ha tomado como base de partida la matriz de datos reducida/depurada de muestras (66) y especies (65) (matriz muestras-especies) que figura como tabla I en el trabajo previo, ya mencionado, de ITURRONDOBEITIA *et* GIL-MARTIN (*op. cit.*).

En el estudio global referido en el primer párrafo de esta introducción, también se llevó a cabo el análisis de determinados parámetros fisicoquímicos de los suelos de pinar incendiados objeto de muestreo: granulometrías (arena, limo y arcilla), pH, contenido de Nitrógeno total, contenido de Carbono orgánico oxidable, contenido de materia orgánica, capacidad de campo, fraccionamiento y caracterización de la materia orgánica (ácidos húmicos y ácidos fúlvicos -y extracto húmico total-), mostrándose tanto los resultados como su valoración en otro trabajo previo de los mismos autores (GIL-MARTIN *et* ITURRONDOBEITIA, *in litt.*). De la matriz general de datos del mencionado trabajo, en la que figuran los valores que toman los diferentes parámetros fisicoquímicos en las distintas muestras (matriz muestras-fisicoquímicos), se consideran únicamente las mismas 66 muestras, del total de 72, que se utilizan en la matriz de muestras-especies.

A partir de las dos matrices así definidas: muestras-especies y muestras-fisicoquímicos, se pretende establecer la relación entre las especies de Oribátidos y los parámetros fisicoquímicos de los suelos en que se encuentran.

2.- MATERIAL Y METODOS

Para establecer las agrupaciones existentes entre las diferentes muestras (localidades) del estudio, en función de la abundancia de las especies, y entre las distintas especies presentes, en función de su abundancia en las muestras, se ha llevado a cabo el cálculo de las afinidades cenóticas e interespecíficas mediante el índice de solapamiento cenótico de HORN (1966). Aunque inicialmente concebido para el cálculo de la afinidad entre medios o comunidades, aplicado en la estimación de afinidades entre especies ha demostrado un buen comportamiento (SALOÑA *et* ITURRONDOBEITIA, 1990). Para el agrupamiento (obtención del dendrograma) se ha utilizado el método de clasificación flexible UPGMA (unweighted pair-group method, arithmetic average) (SNEATH *et* SOXAL, 1973).

El cálculo de las afinidades y el dendrograma de especies se realizan sobre las 65 de la matriz depurada, mientras que para las muestras en lugar de realizar el agrupamiento de las 66 unidades consideradas en la matriz, teniendo en cuenta la complejidad de su interpretación ecológica, se calculó y representó la afinidad entre las 20 localidades. Es decir, que se consideraron conjuntamente las abundancias de las diferentes especies en las unidades de superficie y profundidad de una misma muestra y en las muestras de centro y periferia de una misma localidad, teniendo así una tabla de contingencias localidades-especies, que es sobre la que se calculó el índice de solapamiento cenótico e hizo el dendrograma.

Para contrastar la validez de los modelos observados, también se intenta establecer las relaciones existentes entre las muestras (filas) y las especies (columnas) por medio del Análisis Factorial de Correspondencias (AFC), que es un método de ordenación que utiliza en la representación de tablas de frecuencia la distancia χ^2 (ji-cuadrado). Éste, permite el análisis paralelo de las afinidades entre muestras y especies, y la representación simultánea de ambos, lo cual nos dará una idea gráfica de la(s) especie(s) que se acercan a determinada(s) muestra(s), que serían las que mayor presencia o abundancia tendría en ella (CUADRAS, 1981), y por ello una especie característica o preferente de esa muestra (de las condiciones o características que presenta).

A continuación se agruparon todas las unidades de muestra pertenecientes a una misma localidad (por ejemplo: G4PS, G4PP, G4CS, G4CP = G4) y todas la localidades encuadradas en la misma clase de edad de abandono (por ejemplo: G3, V1, P1 = 12 años), estableciéndose ocho clases de edad: blancos, 0 años, y zonas incendiadas hace 1, 2, 3, 6, 12, 16 y 18 años. Así, se obtuvo una matriz de ocho columnas y 65 filas, con la abundancia acumulada de cada especie (fila) en cada clase de edad de abandono (columna), sobre la que también se realizó un Análisis Factorial de Correspondencias, con el objeto de observar las posibles relaciones de las especies con la recuperación de las zonas incendiadas.

Para establecer las relaciones existentes entre las especies y los parámetros fisicoquímicos de las muestras del estudio, se llevó a cabo, a partir de las matrices depuradas muestras-especies y muestras-fisicoquímicos, un **Análisis Canónico de Correspondencias (ACC)** (TER BRAAK, 1987).

El ACC se utiliza como técnica exploratoria donde, mediante una ordenación de factores abióticos, muestras y especies, se detecta la variación de la comunidad con el ambiente. Este análisis, es una combinación de métodos de ordenación (correspondencias) y de regresión múltiple. Los ejes sobre los que se realiza la ordenación se extraen mediante combinaciones lineales de los factores ambientales.

El diagrama de ordenación resultante muestra de modo gráfico y resumido las relaciones entre las tres variables (muestras, especies, fisicoquímicos), y está definido por la posición en que se sitúan tanto las muestras como las especies, y los vectores de los parámetros fisicoquímicos. Estos vectores indican mediante su longitud la importancia del parámetro en el análisis y mediante su dirección y sentido el gradiente de influencia del mismo (ITURRONDOBEITIA *et SALONA*, 1991).

Los análisis matemático-estadísticos mencionados se han llevado a cabo sobre un ordenador tipo PC, mediante la utilización de los siguientes programas informáticos: (1) el MTSYS (versión 1.80) para clasificación (afinidades y dendrogramas), y (2) el CANOCO (versión 3.12) para el análisis factorial de correspondencias y para el análisis canónico de correspondencias.

3.- RESULTADOS Y DISCUSION

3.1.- Afinidades Cenóticas

El dendrograma de la Figura 1 muestra la afinidad existente entre las veinte localidades (entre blancos y localidades incendiadas de las diferentes edades) consideradas en este estudio. Se aprecia significativamente como la afinidad entre ellas es en general baja, existiendo sólo cinco agrupamientos con un índice de afinidad superior a 0.50, formándose mayoritariamente grupos pequeños de dos localidades o ramas casi completamente individualizadas con una localidad.

Entre paréntesis se expone la edad de abandono de cada localidad, para facilitar el seguimiento de la interpretación que se ofrece a continuación.

En general, el grupo A incluye de modo mayoritario las localidades de seis, doce, dieciseis y dieciocho años de abandono y los blancos, es decir, las de medio y largo tiempo de abandono

y las que no habían resultado incendiadas, el grupo B comprende fundamentalmente localidades de uno, dos y tres años de abandono, que serían las más recientemente incendiadas, y una rama independiente desde la base, denominada C, que corresponde a una localidad de un año de abandono (S4) que muestra un comportamiento particular.

Dentro del grupo A, se aprecia cómo el bloque A1 agrupa a las localidades de dos y tres años de abandono descolgadas del grupo B, A1 y G4 -respectivamente-, con uno de los blancos, BL1, mostrando de este grupo una especial afinidad (semejanza oribatológica) G4 y BL1, y el bloque A2 reúne básicamente a las localidades de edad media y antigua: H2, G3, V1, P1, SC3 y SC2, que caracterizan el grupo A, con el otro blanco, BL2. Dentro de este último bloque, A2, la rama que comprende a la otra localidad de tres años de abandono fuera del grupo B, formada por SC3 y P3, se asocia al resto de localidades del bloque con una baja afinidad, lo que diferencia su fauna oribatológica del núcleo central del grupo A caracterizado especialmente por las localidades de doce años de abandono. Asimismo, dentro de ese mismo bloque, A2, resulta relevante observar como muestran una especial afinidad el blanco -zona no incendiada-, BL2, y la localidad incendiada hace 18 años -la de mayor antigüedad-.

Dentro del grupo B, se aprecia como en el bloque B1, se agrupan -aunque con índice relativamente bajo de afinidad- las localidades E1 y G1 (de seis y un años de abandono, respectivamente), en el bloque B2 se reúnen las localidades recientemente incendiadas caracterizadores del grupo: C2 -tres años-, G2, P2 -dos años-, y C1 -un año-, mostrando una afinidad oribatológica especial G2 y C1, y formando la rama B3 se encuentra una localidad incendiada hace dos años, S1, que se asocia con una baja afinidad con los otros dos bloques del grupo B.

De lo anteriormente expuesto se puede extraer, que existen dos grupos bien caracterizados, respectivamente, por las localidades más recientemente incendiadas (corto tiempo de

abandono) y por las localidades más antiguamente incendiadas (medio y largo tiempo de abandono), segregándose de todas las demás una localidad incendiada hace un año, S4, que muestra una escasez excepcional de especies y ejemplares. También se extrae que las localidades de 12 años reúnen en torno a ellas el grupo de las antiguas y las localidades de dos años hacen lo propio con el grupo de las recientes, mostrando una indecisión, propia de la edad intermedia que tienen, las localidades de seis y tres años, estando en ramas separadas y asociadas a localidades de edades diversas (desde un año a un blanco).

3.2.- Afinidades Interespecíficas

Analizados de modo paralelo el dendrograma elaborado a partir de las afinidades existentes entre las 65 especies contempladas en este estudio, estimadas según el índice de solapamiento de Horn, y el resultado del Análisis Factorial de Correspondencias (AFC) realizado sobre la matriz de muestras agrupadas por edades de abandono, se ha observado una aceptable correspondencia a grandes rasgos entre los agrupamientos obtenidos por ambos procedimientos. Ello significaría, que la edad de abandono resulta un descriptor adecuado en la definición de grupos de especies en zonas incendiadas, o que el año de abandono -o recuperación de la fauna- ejerce influencia en la clasificación y ordenación observados. No obstante, existen diferencias de agrupamiento que se aprecian en una observación más detallada, lo cual es debido a que el método utilizado para medir distancias es distinto en ambos casos: el índice de Horn en el dendrograma y la distancia X^2 en el AFC.

El dendrograma con las afinidades interespecíficas (Figura 2) muestra un gran número de agrupamientos definidos con un alto grado de afinidad ($> 0,50$), que se pueden observar en el gráfico elaborado, si bien la exposición y explicación de las agrupaciones se realizará a partir de la representación gráfica del mencionado AFC, para evitar redundancias innecesarias.

3.3.- Análisis Factorial de Correspondencias (AFC)

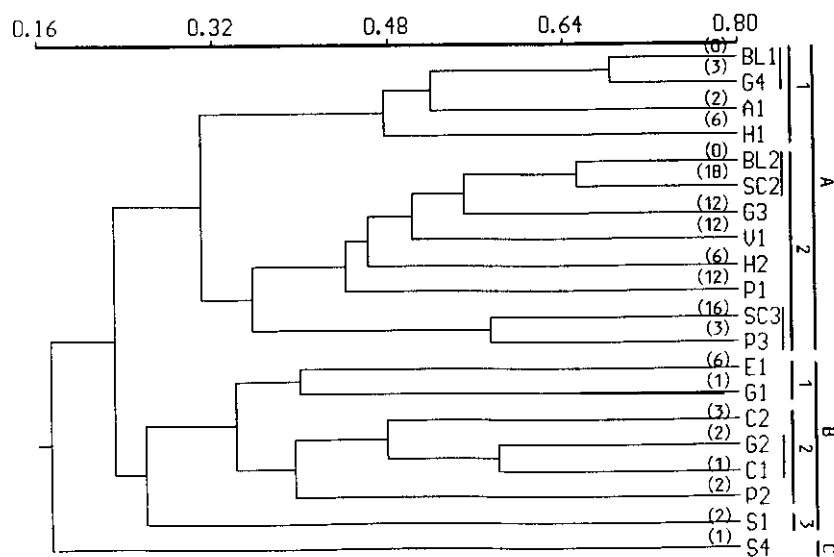
- En el AFC realizado sobre la matriz reducida (66 x 65) muestras-especies, los cuatro primeros ejes presentan los valores propios y la varianza que se refieren a continuación.

<u>EJE</u>	<u>Valor Propio</u>	<u>% Varianza Acumulada</u>
I	0,747	7,0
II	0,655	13,1
III	0,608	18,8
IV	0,570	24,2

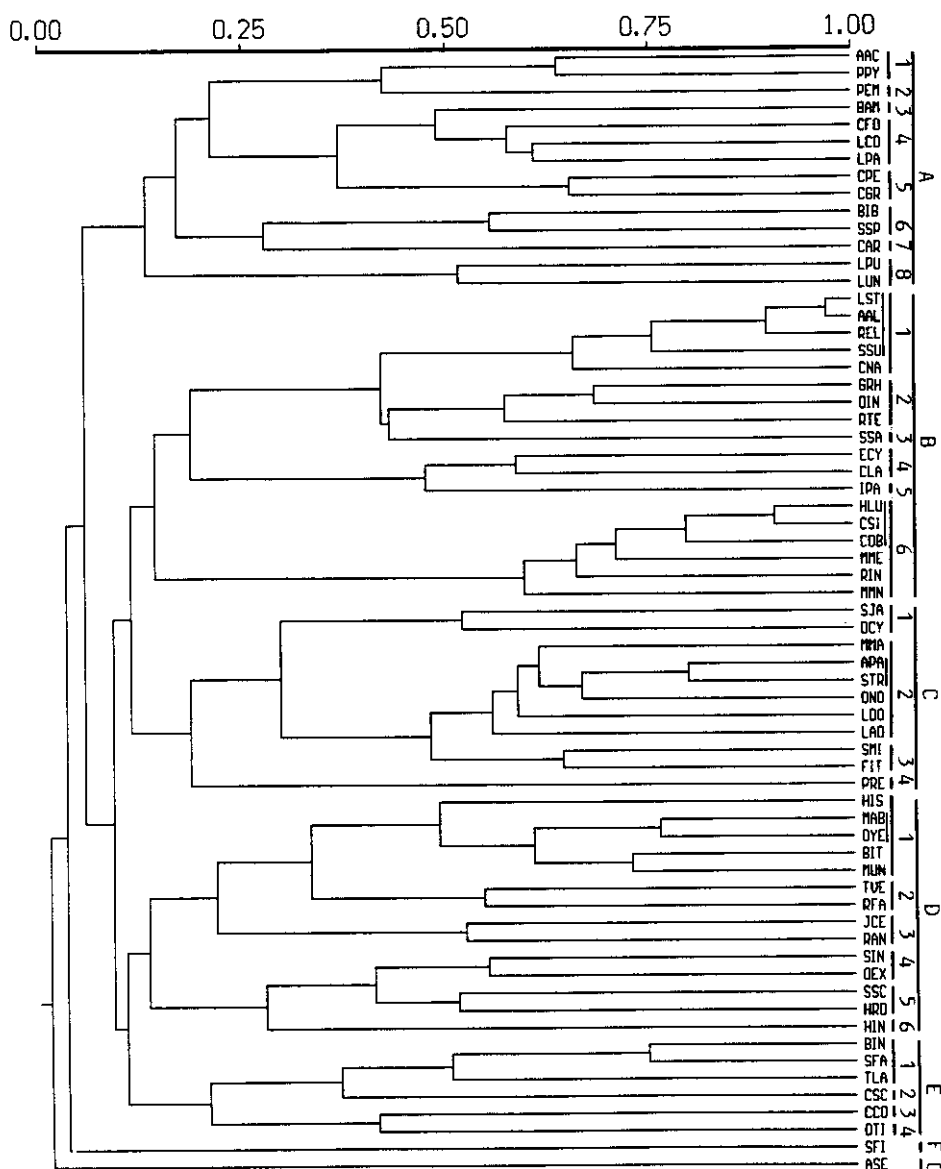
Realizadas las representaciones gráficas del AFC en los planos establecidos por los ejes I-II y I-III, se ha mostrado como ilustración más clarificadora la realizada sobre los ejes I-III, por lo que será a partir de ella que a continuación se explicarán las tendencias de agrupamiento entre muestras y especies.

Conviene tener en consideración previamente a la interpretación de la representación gráfica, (1) que la posición final de los puntos (muestras-especies) en este análisis multivariante resulta de la consideración simultánea de la contribución de una determinada especie a la abundancia total de una muestra concreta, y de la proporción de abundancia de una especie que se concentre en una determinada muestra; y (2) que, en ocasiones, algunas especies se encuentran cercanas a determinadas muestras en las que ni siquiera están presentes, lo cual es debido a que al disponerse en una posición intermedia con respecto a las dos o más localidades distantes con las que está relacionada, coincide por azar con la posición de otro punto ajeno a ella.

Al realizarse más adelante la interpretación de otro AFC en el que se consideran las especies y la edad de abandono de la zona incendiada, que es el factor al que mayor peso se le ha asignado en todo este estudio como caracterizador de las muestras o localidades, en la valoración del presente análisis sólo se esbozarán las tendencias de agrupación que consideramos se observan más claramente.



(1)



(2)

Figura 1. Dendrograma de afinidad cenótica de las veinte localidades del estudio, a partir del índice de solapamiento de Horn y por el método UPGMA.

Figura 2. Dendrograma de afinidad interespecífica de las sesentaicinco especies del estudio, a partir del índice de solapamiento de Horn y por el método UPGMA.

En la representación definida por los ejes I y III (Figura 3), se pueden apreciar de un modo diferenciado y definido, cuatro agrupaciones de muestras en torno a determinado número de especies en el lado positivo del eje I, así como, en esa misma zona, algunos puntos (especies o muestras) particularmente separados, y por otro lado todo un numeroso grupo de especies y muestras bastante compacto en el lado negativo del eje I no muy separado del eje III. Existe otro grupo numeroso, no bien definido, intermedio entre los grupos más extremos diferenciados en el lado positivo del eje I y el origen de coordenadas, habiéndose establecido dos líneas en ángulo para su separación y mejor distinción.

Los cuatro grupos definidos que se disponen hacia afuera de la línea establecida, dos relativamente numerosos y otros dos determinados por una especie, serían:

- grupo 1: viene determinado por las especies *Aphelacarus acarinus* (aac), *Paralycus pyrigerus* (ppy), *Bursoplophora iberica* (bib), *Aleurodamaeus setosus* (ase) y *Sphaerochthonius splendidus* (ssp), y las localidades BL1S, G3CS, G3PS, P3CS, C2PS, V1PS, BL2S, SC3S, V1PP y V1CS. El grupo está definido, porque las muestras presentes en él reúnen un muy importante porcentaje de los ejemplares de esas especies y porque en algunas de esas muestras la contribución de alguna o varias de esas especies a su abundancia total es muy mayoritaria. Así, entre BL1S, SC3S y P3CS reúnen un 52 % de los ejemplares de *A. acarinus*, y esta especie representa en número de ejemplares un porcentaje muy importante en muestras como G3CS (47 %), G3CS (60 %), C2PS (63,6 %) y BL2S (86 %); entre SC3S, BL1S y V1PS concentran el 83,3 % de los ejemplares de *P. pyrigerus*, y las muestras V1PP y V1PS continen el 93,3 % de los ejemplares de *B. iberica*. Las especies *A. setosus* y *S. splendidus* se disponen algo separadas del núcleo de este grupo, porque cuentan con un importante porcentaje de sus ejemplares en una muestra de fuera de él, C1CS, si bien ambas tienen la mayor proporción de sus individuos (66,6 %) en muestras del grupo 1: C2PS y V1PP, respectivamente.

- grupo 2: constituido únicamente por la especie *Passalozetes (Bipassalozetes) reticulatus* (pre) y la muestra, también considerada en el grupo anterior, V1CS. Su importante proporción de *A. acarinus* (32 %) acercaba a esta muestra al grupo 1, si bien consideramos que su relación es más estrecha con *P. (B.) reticulatus*, ya que en V1CS se encuentran el 91,6 % de los ejemplares de esta especie.

- grupo 3: viene caracterizado por la especie *Oribatula (Oribatula) tibialis* (oti) y las muestra a ella asociadas G4CP, G4CS, A1PS, G4PP y BL1P. En todas ellas el porcentaje de *O. tibialis* es muy elevado: BL1P (64,8 %), G4PP (87,5 %), y A1PS, S4CS y S4CP (100 %).

- grupo 4: está determinado por las especies *Hemileius initialis* (hin), *Hemileius robustus* (hro) y *Oribatula (Zygoribatula) exarata* (oex), y las muestras SC2S, S4PP, H2PS y H2PP. *H. initialis* reparte sus efectivos al 50 % y de modo exclusivo entre las muestras SC2S y S4PP, *H. robustus* tiene el 82,35 % de sus ejemplares en las muestras H2PS, SC2S y H2PP, y *O. (Z.) exarata* concentra el 96 % de sus efectivos en la muestra a la que está pegada, SC2S.

La ubicación de *S. sculptus* (ssc), gráficamente cercano a este grupo, obedece a una posición intermedia entre los pares de muestras separados en donde aparece de modo más predominante SC2S-A1CP y P1PS-V1CS

La posición de la muestra P2CS, gráficamente muy próxima al grupo 3, representa una situación mediada con respecto a las dos especies que más aportan a su abundancia oribatológica total, *A. acarinus* y *S. intermedia* (sin). Y algo muy semejante ocurre con la muestra P1PS, que se sitúa a mitad de camino entre *A. acarinus* y *S. sculptus*.

La posición que ocupan en la representación la muestra V1CP y las especies *Discoppia (Cylindroppia) cylindrica* (dcy) y *Oxyoppia (Dzrognetta) yepesensis* (oye), alejada de aquellas especies o muestras con las que estarían relacionadas en función de la distribución de sus abundancias (ver representación de oye

en Figura 3), podría responder a la imposibilidad de proyectar sobre el plano correctamente toda la información contenida en el espacio tridimensional.

No se entrará en detalle en la explicación de los otros grupos, ya mencionados, excesivamente numerosos y masificados o no bien definidos.

En la parte final de este trabajo, se refiere como Anexo la lista de todas las especies manejadas en el estudio, referidas hasta aquí y en adelante, con el nombre completo, seguido del autor que la describió y la abreviatura que se le ha asignado, evitando de este modo alargar innecesariamente el texto. Se conserva en todo el trabajo la abreviatura entre paréntesis a continuación del nombre completo de la especie, con el objeto de poder facilitar la comprensión de la interpretación ofrecida de las gráficas.

- El AFC realizado sobre la matriz agrupada (65 x 8) especies-edades de abandono (muestras agrupadas en ocho clases por edades de abandono), ofrece los valores propios y varianzas acumuladas para los cuatro primeros ejes que se exponen a continuación.

EJE	<u>Valor Propio</u>	<u>% Varianza Acumulada</u>
I	0,471	24,0
II	0,351	41,9
III	0,303	57,3
IV	0,291	72,2

Se realizaron las representaciones gráficas, de las especies y las clases de edad de abandono, resultantes de este AFC, valorándose comparativamente las definidas por los ejes I y II, y por los ejes I y III, seleccionándose para su interpretación la representación sobre el plano I-II por resultar más expresiva.

Se aprecia en la representación de las variables (especies y clases de edad) en el plano determinado por los ejes I y II (Figura 4) tres tendencias de agrupación, que se han intentado

diferenciar en el gráfico mediante líneas de separación, en función de la edad de abandono -tiempo transcurrido entre que una zona sufrió el incendio y fue muestreada- en: (1) recientes, (2) medios, y (3) antiguos y blancos -zonas no incendiadas-. Además de un grupo central, que agruparía a especies especialmente indefinidas.

La línea oblicua A de la representación, divide las variables en dos grandes grupos, dejando a su izquierda aquellas clases de edad de abandono que indican zonas más recientemente incendiadas (ab1 = 1 año, ab2 = 2 años, ab3 = 3 años) y las especies que se encuentran más relacionadas con ellas, y a su derecha las clases de edad de abandono que muestran zonas incendiadas hace bastante (ab6 = 6 años, ab12 = 12 años) o mucho tiempo (ab16 = 16 años, ab18 = 18 años) y las no incendiadas (ab0 = blancos), así como las especies de Oribátidos con las que se relacionan.

La línea B, perpendicular a la anterior por su derecha, divide ese gran grupo, formado por quemados medios y antiguos y zonas blanco, en dos subgrupos, quedando hacia arriba (dcha.) las localidades más antiguamente incendiadas (16 y 18 años) y las zonas no incendiadas (blancos) -y sus especies asociadas-, y hacia abajo (izq.) los incendios ocurridos hace un tiempo medio-largo (6 y 12 años) -y sus especies relacionadas-.

En ambos casos, cuanto más alejados estén los puntos indicativos de posición de las especies de la línea de separación de grupos, más estrechamente relacionados estarán con una determinada clase de edad, y cuanto más cercanos más indeterminados.

Así, tomando como referencia este patrón de distribución de puntos resultante del AFC, se reconocen y caracterizan los siguientes cuatro grandes grupos:

- grupo 1: está formado por las especies que ocupan la parte central de la gráfica (recuadrado en la Fig. 4), que se caracterizan por una indefinición especialmente acusada por las

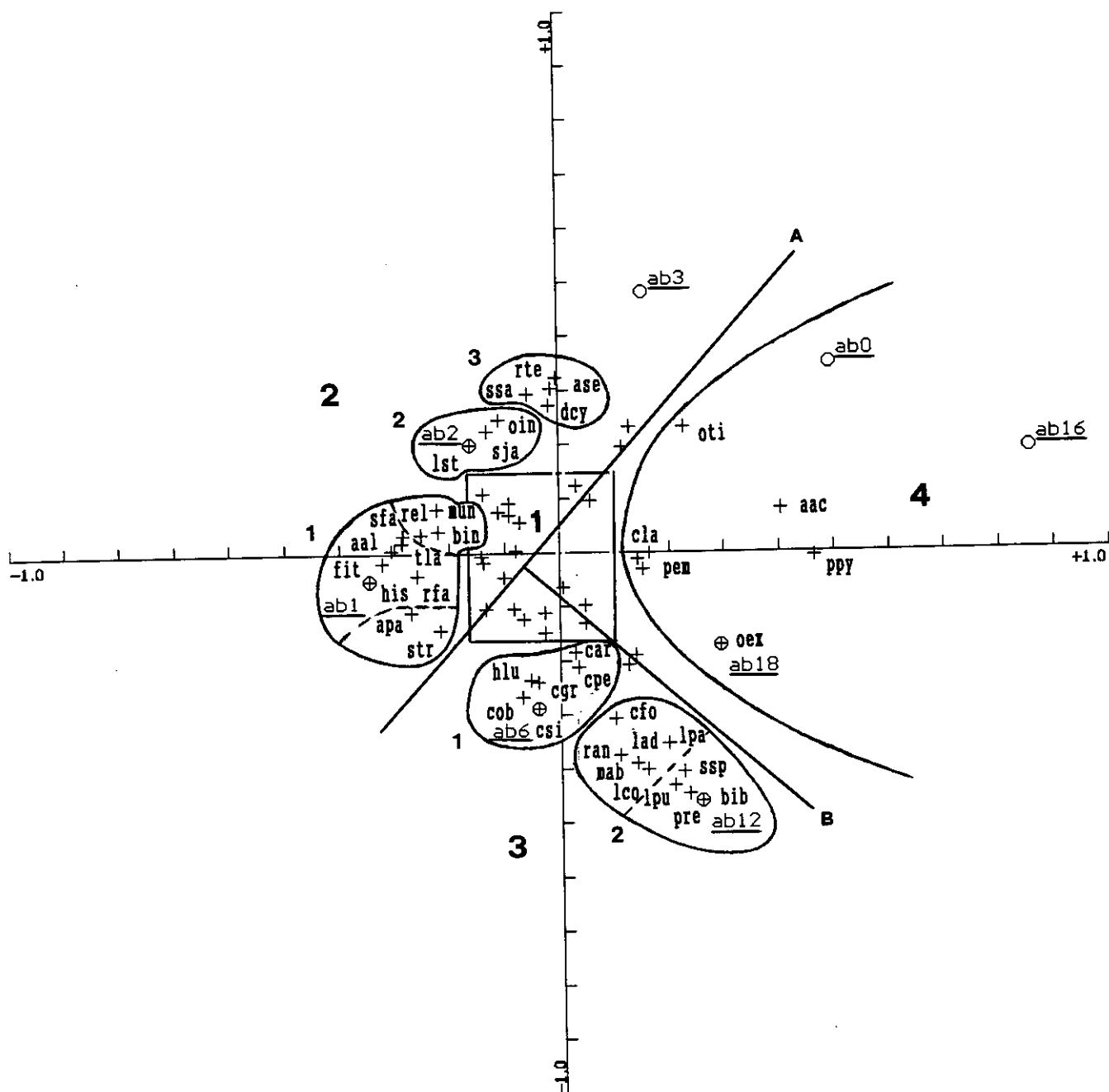


Figura 4. Representación conjunta de las clases de edad de abandono (o) y las especies (+) en el espacio definido por los ejes I y II del Análisis Factorial de Correspondencias.

diferentes edades de abandono. Éstas serían: *Scheloribates fimbriatus* (sfi), *Javieroppia cervus* (jce), *Tectocepheus velatus sarekensis* (tve), *Lauroppia doris* (ldo), *Suctobelbella* (*Suctobelbella*) *subcornigera* (ssu), *Ceratozetes nasutus* (cna), *Hemileius initialis* (hin), *Brachychthonius amistosus* (bam), *Medioppia media* (mme), *Ramusella* (*Insculptoppia*) *insculpta* (rin), *Licnodamaeus undulatus* (lun), *Microppia minus* (mmn), *Berniniella intrudens* (bit), *Ceratozetes conjunctus* (cco), *Oxyoppia* (*Dzarogneta*) *yepesensis* (oye), *Serratoppia intermedia* (sin), *Mastermannia mammillaris* (mma), *Opiella* (*Opiella*) *nova* (ono) y *Serratoppia minima* (smi).

- grupo 2: sería el determinado por las clases de edad de abandono que indican incendios más recientes (1, 2 y 3 años), pudiendo distinguirse tres subgrupos:

+ 2.1: a él pertenecerían las especies más relacionadas con las zonas incendiadas hace un año: *Hermanniella issanielloides* (his), *Foraminoppia iturrondobeitioi* (fit), *Allogalumna alamellae* (aal), *Suctobelbella* (*Suctobelbella*) *falcata* (sfa), *Transoribates lagenula* (tla), *Autogneta parva* (apa), *Suctobelba trigona* (str), *Ramusella* (*Insculptoppia*) *elliptica* (rel), *Berniniella inornata* (bin) y *Moritzoppia unicarinata unicarinatoides* (mun) (referidas en orden de mayor a menor relación), destacando con una afinidad excepcional por esa clase his, con una marcada tendencia hacia la clase de dos años especialmente mun, bin y rel, y con una disposición tendente hacia la clase de seis años str y apa.

+ 2.2: a este subgrupo pertenecen las especies más estrechamente relacionadas con la clase de dos años de abandono: *Liochthonius strenzkei* (lst), *Sellnickochthonius jacoti* (sja) y *Oxyoppia* (*Dzarogneta*) *intermedia* (oin).

+ 2.3: aquí estarían un grupo de especies también relacionado con la clase de zonas incendiadas hace dos años, pero con una disposición marcadamente tendente hacia la clase de tres años de abandono, lo que las sitúa a mitad de recorrido entre ambas; serían: *Suctobelbella* (*Suctobelbella*) *sarekensis* (ssa), *Discoppia* (*Cylindroppia*) *cylindrica* (dcy), *Ramusella* (*Insculptoppia*) *terricola* (rte) y *Aleurodamaeus setosus* (ase).

- grupo 3: viene determinado por las clases que comprenden incendios de antigüedad intermedia (6 y 12 años), pudiéndose diferenciar dos subgrupos:

+ 3.1: en él estarían las especies que se relacionan más estrechamente con las zonas incendiadas hace seis años, especialmente (por ese orden) *Ceratozetes simulator* (csi), *Ceratozetes obtusus* (cob), *Hypochthonius luteus* (hlu) y *Carabodes gregorioi* (cgr), y en menor medida *Carabodes perezinigo* (cpe) y *Ceratozetes armatus* (car).

+ 3.2: en este subgrupo estarían las especies más afines a la clase de las zonas incendiadas hace 12 años, relacionándose estrechamente con esa clase *Bursoplophora iberica* (bib), *Passalozetes* (*Bipassalozetes*) *reticulatus* (pre), *Licnodamaeus pulcherrimus* (lpu) y *Sphaerochthonius splendidus* (ssp), y en menor medida, ya que se distribuyen algo más alejadas y en dirección a la clase de seis años de abandono, las especies: *Licnodamaeus costula* (lco), *Licnodamaeus adminensis* (lad), *Lauritzenia* (*Incabates*) *pallidus* (lpa), *Montizetes abulensis* (mab), *Ramuselloppia anomala* (ran) y *Cosmochthonius* (*Cosmochthonius*) *foliatus* (cfo) (tanto éstas como las anteriores referidas de más a menos relacionada).

- grupo 4: estaría definido por las clases que recojen las zonas más antiguamente incendiadas (16 y 18 años) y las zonas no incendiadas (0 años -blancos-). Aquí, si bien en general con menor afinidad y mayor dispersión que en grupos anteriores, se observa a las especies *Aphelacarus acarinus* (aac) y *Paralycus pyrigerus* (ppy) en una posición intermedia entre las tres clases de edad que definen el grupo: 16 años, 18 años y zonas no incendiadas, la especie *Oribatula* (*Zygoribatula*) *exarata* (oex) muy estrechamente ligada a la clase de 18 años de abandono y las especies *Oribatula* (*Oribatula*) *tibialis* (oti), *Phyllozetes emmae* (pem) y *Ceratozetes laticuspidatus* (cla) más cercanas al centro de la gráfica y las líneas establecidas para separar los grupos, es decir, más indefinidas -aunque con preferencia por estas zonas-.

Se pueden distinguir finalmente, dos pares de especies que no se encuadran en ninguno de los grupos definidos con

anterioridad, serían los formados por *Epilohmannia cylindrica* (ecy) y *Chamobates schuetzi* (csc), dispuestas en una posición intermedia entre edades recientes (2-3 años) y antiguas (0, 16 y 18 años), y por *Hemileius robustus* (hro) y *Scutovertex sculptus* (ssc), situadas a mitad de recorrido entre las clases medias (6-12 años) y antiguas (18 años).

De todo ello se podría concluir, que en los suelos de pinares incendiados del Sur de la Sierra de Gredos, hay determinadas especies de Acaros Oribátidos que aparecen de un modo preferente en lugares más reciente o antiguamente incendiados, de donde se podría considerar su diferente carácter o papel ecológico en los ecosistemas edáficos de esta zona y su diferente adaptabilidad (valencia ecológica).

Así, en los grupos definidos y explicados anteriormente según la edad de abandono de la zona incendiada, deben estar comprendidas (1) algunas de las especies que tendrían carácter generalista o eurioicas (poco exigentes o muy adaptables) -grupo 1-, (2) las que encabezarían la repoblación oribatológica de la zona quemada, pioneras y/u oportunistas (soportando o aprovechando la situación, en general adversa, del principio) -grupo 2-, (3) las que se presentan fundamentalmente en estados intermedios y avanzados de la regeneración de la zona incendiada, sustituyendo a algunas de las especies iniciales y conservando otras, constituyendo una comunidad de transición hacia otra más estable -grupo 3-, y (4) las que dominan en edades muy avanzadas de la recuperación tras el incendio y en zonas no incendiadas, que caracterizarían las comunidades oribatológicas bien establecidas de los pinares gredenses -grupo 4-.

Este patrón de comportamiento o carácter ecológico de las especies en nuestra zona de estudio, que ha quedado plasmado a grandes rasgos en el párrafo anterior, no creemos que sea contrastable con otros obtenidos en estudios de zonas diferentes bioclimática y ecológicamente, ni siquiera de nuestro entorno, ya que las comunidades son distintas en los diferentes contextos, por lo que el patrón de bioindicación debe ser definido para un

contexto ecológico concreto. Así, las especies que desempeñan el papel de pioneras, generalistas, caracterizadoras, etc., van a ser más o menos distintas en las diferentes zonas, porque la composición de las comunidades oribatológicas allí establecidas, en general, son diferentes en cada área (aunque obviamente los papeles ecológicos se suponen semejantes en todas las zonas).

Se realizó otro Análisis Factorial de Correspondencias sobre una matriz en la que en filas figuraban las 65 especies y en columnas las ocho clases de edad de abandono, más otras cuatro en las que aparecían los valores de abundancia acumulada de cada especie agrupando las muestras en que estaban presentes según centro, periferia, superficie y profundidad, todo ello con el objeto de intentar observar la posición preferente de las especies dentro de la zona incendiada y de los diferentes niveles del suelo. El resultado de este análisis, ofrecía una complicada interpretación y consideramos que no aportaba nada relevante a lo ya observado con los dos análisis anteriores, por lo que se desestimó la posibilidad de incluirlo e interpretarlo de modo exhaustivo.

No obstante, parece observarse en este análisis que los indicadores de "superficie" y "periferia" se sitúan más cercanos a las edades de abandono más recientes, y los indicadores de "profundidad" y "centro" más próximos a las más antiguamente incendiadas. Por lo que la fauna oribatológica asociada a unas u otras edades de abandono, también se encontraría preferentemente en una de esas situaciones.

3.4.- Análisis Canónico de Correspondencias (ACC)

Se realizó sobre las matrices depuradas de muestras-especies y muestras-fisicoquímicos el Análisis Canónico de Correspondencias (ACC). Después de varios estudios previos y a la vista de los índices de inflación de los factores, finalmente sólo se han utilizado en este análisis cinco de los once parámetros fisicoquímicos contemplados en el estudio global (GIL-MARTIN *et* ITURRONDOBEITIA, *in litt.*): arena, Nitrógeno, materia

orgánica, pH y capacidad de campo, ya que los restantes (arcilla, limo, Carbono, ácidos húmicos, ácidos fúlvicos y extracto húmico total) resultaban altamente redundantes e introducían ruido en el sistema. Así, el marco de análisis e interpretación viene definido por la consideración de 66 sitios o muestras, 65 especies de Oribátidos, y 5 parámetros fisicoquímicos del suelo.

El resultado del análisis nos define cuatro ejes canónicos, cuyos valores propios y valores porcentuales de varianza acumulada se muestran en la tabla contigua, habiendo ofrecido el test de significación tanto del primer eje como conjunto de los cuatro ejes un valor de $P = 0.01$, significativo.

<u>EJE</u>	<u>Valor Propio</u>	<u>% Varianza Acumulada</u>
I	0,429	30,3
II	0,372	56,6
III	0,272	75,8
IV	0,199	89,9

En la Tabla I se ofrece la matriz detallada de las correlaciones ponderadas existentes entre los ejes de especies y de muestras, y entre los ejes de especies y los factores o parámetros fisicoquímicos, resaltando con un subrayado los que resultan significativos. Y en la Tabla II se ofrece la matriz con los valores de media, desviación estándar e inflación de los ejes y factores definidos.

En la Figura 5 se ofrece la representación gráfica conjunta de especies y parámetros fisicoquímicos, en el plano definido por los ejes I y II, de los resultados de este análisis (ACC). Se ha optado por la interpretación del gráfico definido por el plano I-II porque resultaba más expresivo que la representación sobre los ejes I y III. No se han representado también las muestras (lugares en los que se midieron los valores de los parámetros fisicoquímicos), porque su relación con las especies ya se ha estudiado con anterioridad en este trabajo a partir del AFC, y su relación con los parámetros fisicoquímicos ya se estudió en otro trabajo anterior (GIL-MARTIN *et* ITURRONDOBEITIA, *op. cit.*), por lo que ese exceso de información podría contribuir a oscurecer la interpretación del objeto central de este análisis, sin aportar nada nuevo.

Teniendo en consideración (coincidiendo con ITURRONDOBEITIA et SALOÑA, 1991) que existen muchas lagunas aún en el conocimiento de aspectos básicos de la biología de los Oribátidos -y concretamente en la Península Ibérica-, que limitan mucho nuestras posibilidades y seguridad en la interpretación de resultados en materia de relación de las especies con factores ecológicos del medio, realizaremos en el presente apartado una exposición y descripción de situaciones (especies-características físicas y químicas del suelo) que quizá más adelante, a la luz de nuevos conocimientos sobre la alimentación, la reproducción, la movilidad, etc. de esas especies, puedan ser explicadas en mayor profundidad.

Así, según la posición que toman las especies de Oribátidos con respecto a los vectores indicadores de los factores fisicoquímicos en el plano definido por los ejes I-II (Fig. 5), se pueden distinguir los grupos ecológicos (WAUTHY, 1982) que se exponen a continuación. Obsérvese, que la importancia de los vectores de los parámetros fisicoquímicos es bastante semejante, y que un sólo vector indica el gradiente respecto a los parámetros Nitrógeno (N) y materia orgánica (MO), por lo que sólo se aprecian cuatro vectores para cinco parámetros.

Las especies que forman los grupos que a continuación se exponen, se refieren en todos los casos -según su situación respecto al vector definitorio del parámetro- en orden de más a menos relacionada con el fisicoquímico (más ligada -indicadora- cuanto más hacia el extremo distal del vector y más cercana a su eje se encuentre).

- Las especies ligadas a los suelos más básicos (pH más elevado -aunque siempre ácidos en toda la zona: < 6,3-) y menos arenosos (aunque siempre muy arenosos: > 65 % de arena) serían: *Licnodamaeus pulcherrimus* (lpu), *Ramusella* (*Insculptoppia*) *terricola* (rte), *Gehypochthonius rhadamanthus* (grh) y *Serratoppia minima* (smi).

	spec ax1	spec ax2	spec ax3	spec ax4	mues ax1	mues ax2	mues ax3	mues ax4
spec ax1	1							
spec ax2	-0,0077	1						
spec ax3	-0,1810	0,0438	1					
spec ax4	-0,0186	-0,0673	-0,0357	1				
mues ax1	<u>-0,8540</u>	0	0	0	1			
mues ax2	0	<u>0,8279</u>	0	0	0	1		
mues ax3	0	0	<u>0,7563</u>	0	0	0	1	
mues ax4	0	0	0	<u>0,7184</u>	0	0	0	1
pH	-0,4383	-0,2923	-0,0438	0,3207	<u>-0,5132</u>	-0,3531	-0,0579	0,4464
N	<u>0,5841</u>	-0,2131	<u>0,4994</u>	-0,0941	<u>0,6840</u>	-0,2573	<u>0,6603</u>	-0,1310
MO	<u>0,6810</u>	-0,2207	0,2357	-0,2712	<u>0,7975</u>	-0,2666	0,3117	-0,3775
Cc	<u>0,0222</u>	<u>-0,7869</u>	-0,2135	-0,0383	<u>0,0260</u>	<u>-0,9504</u>	-0,2823	-0,0533
are	<u>0,7015</u>	0,2612	-0,0143	0,3203	<u>0,8214</u>	0,3155	-0,0189	0,4459

Tabla I. Matriz de correlaciones ponderadas entre los ejes de especies (spec), los ejes de muestras (mues) y los parámetros fisicoquímicos.

	media	desv. st.	inflación
spec ax1	0	1,1710	
spec ax2	0	1,2078	
spec ax3	0	1,3221	
spec ax4	0	1,3920	
mues ax1	0	1	
mues ax2	0	1	
mues ax3	0	1	
mues ax4	0	1	
pH	5,6000	0,3085	1,4338
N	0,1625	0,1170	5,5319
MO	7,2436	4,1916	6,0769
Cc	24,2047	8,0924	1,3190
are	78,8388	6,3065	1,4667

Tabla II. Matriz con las medias, desviaciones estándar y factores de inflación de los ejes y parámetros considerados.

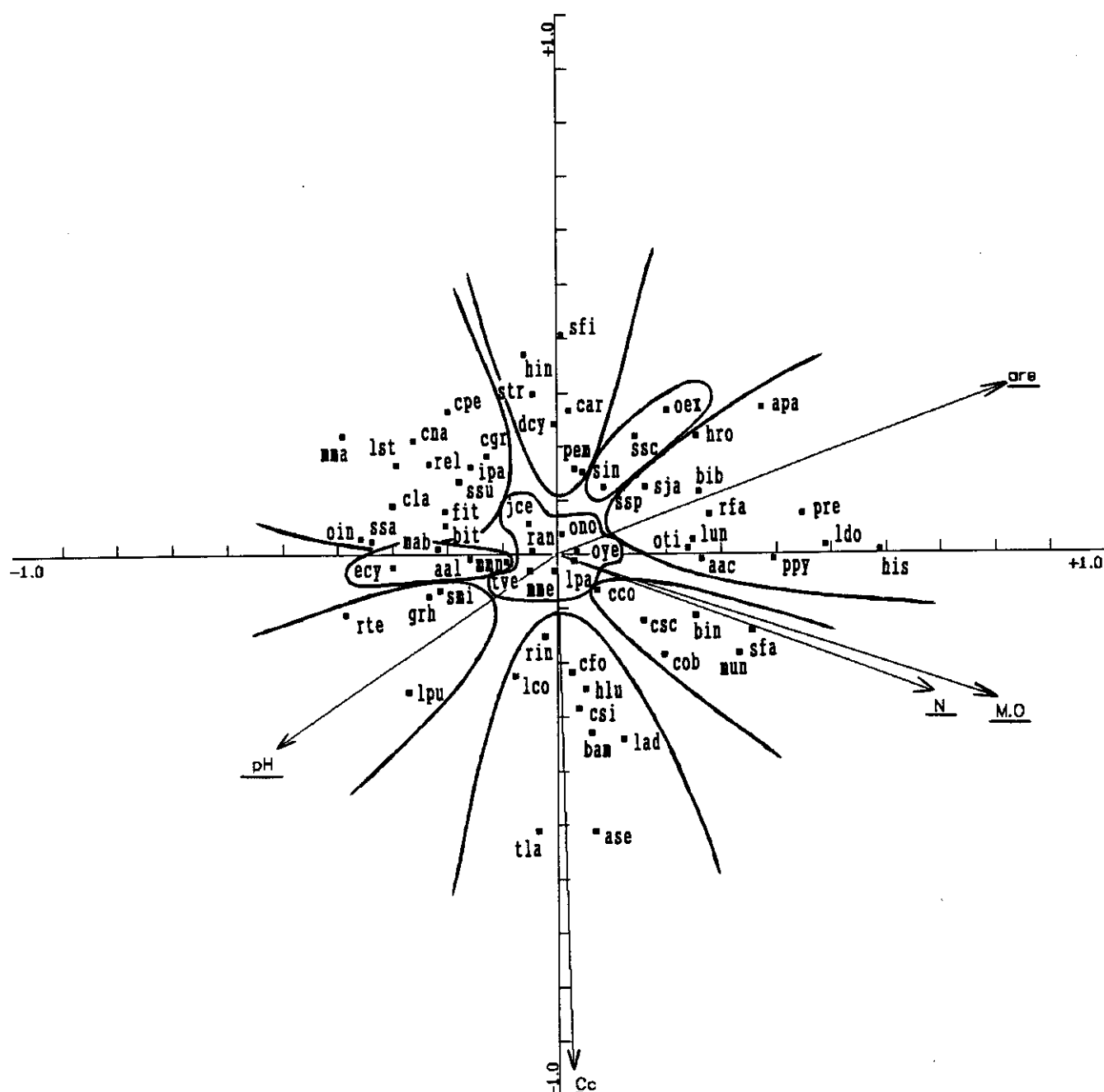


Figura 5. Representación conjunta de los parámetros fisicoquímicos y las especies en el plano I-II del Análisis Canónico de Correspondencias.

- Las especies ligadas a los suelos más arenosos y con pH mas ácidos, serían un grupo relativamente disperso formado por: *Hermanniella issanielloides* (his), *Lauroppia doris* (ldo), *Passalozetes (Bipassalozetes) reticulatus* (pre), *Autogneta parva* (apa), *Paralycus pyrigerus* (ppy), *Hemileius robustus* (hro), *Bursoplophora iberica* (bib), *Ramusella (Rectoppia) fasciata* (rfa), *Sellnickochthonius jacoti* (sja), *Licnodamaeus undulatus* (lun), *Oribatula (Oribatula) tibialis* (oti) y *Aphelacarus acarinus* (aac). No obstante, dentro de este grupo se podrían distinguir seis especies (his, ldo, ppy, aac, lun, oti) que también muestran una importante preferencia por los suelos con mayores cantidades de Nitrógeno y materia orgánica, situándose en una posición intermedia entre los vectores are (suelo arenoso) y N-MO.

- Las especies asociadas a los suelos con mayores cantidades de Nitrógeno y materia orgánica, serían: *Moritzoppia unicarinata unicarinatoides* (mun), *Suctobelbella (Suctobelbella) falcata* (sfa), *Ceratozetes obtusus* (cob), *Berniniella inornata* (bin), *Chamobates schuetzi* (csc) y *Ceratozetes conjunctus* (cco).

- Las especies más ligadas a los suelos con menores cantidades de Nitrógeno y materia orgánica, forman un gran grupo en el lado simétricamente opuesto al señalado por el vector N-MO, y serían: *Masthermannia mammillaris* (mma), *Liochthonius strenzkei* (lst), *Ceratozetes nasutus* (cna), *Carabodes perezinigo* (cpe), *Ramusella (Insculptoppia) elliptica* (rel), *Ceratozetes laticuspidatus* (cla), *Oxyoppia (Dzarogneta) intermedia* (oin), *Suctobelbella (Suctobelbella) sarekensis* (ssa), *Carabodes gregorioi* (cgr), *Iberoppia paradoxa* (ipa), *Suctobelbella (Suctobelbella) subcornigera* (ssu), *Foraminoppia iturrondobitioi* (fit) y *Berniniella intrudens* (bit).

- Las especies indicadoras de suelos con una mayor capacidad de campo, serían: *Transoribates lagenula* (tla), *Aleurodameus setosus* (ase), *Licnoliodes adminensis* (lad), *Brachychthonius*

amistosus (bam), *Ceratozetes simulator* (csi), *Hypochthonius luteus* (hlu), *Cosmochthonius* (*Cosmochthonius*) *foliatus* (cfo), *Licnodamaeus costula* (lco) y *Ramusella* (*Insculptoppia*) *insculpta* (rin).

- En el lado diametralmente opuesto al grupo anterior, alejándose en sentido contrario del vector *Cc*, se situarían el grupo de especies con preferencia por los lugares con menor capacidad de campo del estudio, que serían: *Scheloribates fimbriatus* (sfi), *Hemileius initialis* (hin), *Suctobelba trigona* (str), *Ceratozetes armatus* (car), *Discoppia* (*Cylindroppia*) *cylindrica* (dcy), *Phyllozetes emmae* (pem) y *Serratoppia intermedia* (sin).

- En posiciones especialmente intermedias o indefinidas entre dos gradientes de parámetros fisicoquímicos, estarían dos pequeños grupos de especies, formados por: (1) *Oribatula* (*Zygoribatula*) *exarata* (oex), *Scutovertex sculptus* (ssc) y *Sphaerochthonius splendidus* (ssp), entre los suelos con menor capacidad de campo y los más arenosos y ácidos, y (2) *Epilohmannia cylindrica* (ecy), *Montizetes abulensis* (mab), *Allogalumna alamellae* (aal) y *Microppia minus* (mmn), entre los suelos con menores contenidos de Nitrógeno y materia orgánica y los más básicos y menos arenosos del estudio.

- En una posición completamente indefinida por ninguno de los parámetros fisicoquímicos contemplados en este estudio, en torno al origen de coordenadas de la representación, estarían las especies: *Oxyoppia* (*Dzarogneta*) *yepesensis* (oye), *Lauritzenia* (*Incabates*) *pallidus* (lpa), *Medioppia media* (mme), *Opiella* (*Opiella*) *nova* (ono), *Ramuselloppia anomala* (ran), *Tectocepheus velatus sarekensis* (tve) y *Javieroppia cervus* (jce).

Al tratarse de resultados básicamente descriptivos, que muestran las aparentes relaciones entre los Oribátidos y algunos parámetros físicos y químicos de los suelos de pinar de Gredos,

sin que, como ya se explicó anteriormente, se pueda por el momento ofrecer una interpretación más avanzada de los mismos, no se ha creído oportuno contrastar en profundidad nuestras relaciones especies-fisicoquímicos con las resultantes de análisis semejantes (igualmente descriptivos) realizados en otros trabajos previos de otras zonas de España (SALOÑA, *op. cit.*; MUÑOZ-MINGARRO, 1992). Si bien apuntaremos, que las especies que indican una condición física o química del suelo en general difieren de unos estudios a otros, lo que resulta lógico teniendo en cuenta que la composición de las comunidades oribatológicas difiere en los diferentes ecosistemas. En este sentido, consideramos que se debería hablar de especies de Oribátidos bioindicadoras de condiciones del suelo en un contexto ecológico concreto (pinar-robleal, zona mediterránea-zona eurosiberiana, etc.).

Se realizó otro ACC considerando las muestras agrupadas en clases por edades de abandono (como se hizo anteriormente con el AFC), asignando a cada clase de edad como valor del parámetro fisicoquímico ponderado de todas las muestras de ese rango, la media aritmética de los valores individuales de esas muestras, pero no resultando estadísticamente significativo más que el primero de los ejes y no ofreciendo una disposición cuya interpretación aportase información importante, no se estimó oportuno incluir este análisis.

No se ofrecen las matrices con las coordenadas de las especies, las muestras y los parámetros resultantes los AFCs y del ACC, que sirven de base para las representaciones que se dan, por ser muy extensas.

4.- CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES

- En la agrupación de las localidades se aprecia una notable influencia de la edad de abandono de la zona incendiada, distinguiéndose en función de su afinidad cenótica dos grandes grupos de localidades, por un lado las más recientemente incendiadas, y por otro las incendiadas hace bastante o mucho tiempo y las zonas

no incendiadas. Las localidades de 12 años de abandono caracterizarían y servirían de núcleo aglutinador a los incendios de antigüedad media y grande, y las localidades de dos años caracterizarían y reunirían en torno a sí a los incendios más recientes.

- Los resultados del análisis de afinidad interespecífica según el índice de solapamiento de Horn y del análisis factorial de correspondencias, muestran una concordancia aceptable.

- Determinadas especies muestran una preferencia significativa por zonas incendiadas hace más o menos tiempo o por zonas no incendiadas, por lo que se pueden distinguir cuatro grupos que corresponderían a especies: (1) eurioicas o generalistas (indefinidas por una edad de abandono), como *Tectocephus velatus sarekensis*, *Ceratozetes nasutus*, *Oxyoppia (Dzarogneta) yepesensis* y *Javieroppia cervus*, (2) pioneras y/u oportunistas (en edades recientes), como *Allogalumna alanellae*, *Suctobelbella (Suctobelbella) falcata*, *Transoribates lagenula* y *Ramusella (Insculptoppia) elliptica*, (3) de transición y estabilizadoras de la comunidad (de edades medias), como *Ceratozetes simulator*, *Ceratozetes obtusus*, *Hypochothonius luteus* y *Carabodes gregorioi*, y (4) caracterizadoras de la comunidad establecida (de edades avanzadas y zonas no incendiadas), como *Aphelacarus acarinus* y *Paralycus pyrigerus*.

- Determinadas especies aparecen ligadas de un modo importante al valor de algunos factores físicos y químicos de los suelos incendiados, pudiendo establecerse varios grupos de especies con preferencia por lugares: (1) más básicos y menos arenosos, como *Licnodanaeus pulcherrimus* y *Ramusella (Insculptoppia) terricola*, (2) más ácidos y más arenosos, como *Passalozetes (Bipassalozetes) reticulatus* y *Autogneta parva*, (3) con mayores cantidades de Nitrógeno y materia orgánica, como *Moritzoppia unicarinata unicarinatoides* y *Suctobelbella (Suctobelbella) falcata*, (4) con menores cantidades de Nitrógeno y materia orgánica, como *Masthermannia mammillaris* y *Liochthonius strenzkei*, (5) con mayor capacidad de campo, como *Transoribates lagenula* y *Aleurodaneus setosus*, y (6) con menor capacidad de campo, como *Scheloribates fimbriatus* y *Hemileius initialis*.

- El patrón de especies bioindicadoras, tanto de la recuperación de los suelos incendiados -medido por la edad de abandono- como de las condiciones fisicoquímicas -asociadas a la alteración y la recuperación-, debe ser definido para cada contexto ecológico concreto (el nuestro: suelos pardos de bosques de pino que han sufrido incendios en zona mediterránea continental).

ANEXO

LISTADO SISTEMATICO DE ESPECIES-ABREVIATURAS

ESPECIE	COD
- <i>Aphelacarus acarinus</i> (Berlese, 1910)	aac
- <i>Brachychthonius amistosus</i> Gil-Martin et Subías, in litt.	ban
- <i>Liochthonius strenzkei</i> Forsslund, 1963	lst
- <i>Sellnickochthonius jacoti</i> (Evans, 1952)	sja
- <i>Bursoplophora iberica</i> Subías et C. Pérez-Iñigo, 1978	bib
- <i>Cosmochthonius</i> (C.) <i>foliatus</i> Subías, 1982	cfo
- <i>Phyllozetes emmae</i> (Berlese, 1910)	pen
- <i>Sphaerochthonius splendidus</i> (Berlese, 1904)	ssp
- <i>Paralycus pygmaeus</i> (Berlese, 1905)	ppy
- <i>Hypochthonius luteus</i> Oudemans, 1917	hlu
- <i>Gehypochthonius rhadamanthus</i> Jacot, 1936	grh
- <i>Epilohmannia cylindrica</i> (Berlese, 1904)	ecy
- <i>Masthermannia mamillaris</i> (Berlese, 1904)	mma
- <i>Hermanniella issanielloides</i> Gil-Martin et Subías, in litt.	his
- <i>Aleurodamaeus setosus</i> (Berlese, 1883)	ase
- <i>Licnoliodes adminensis</i> Grandjean, 1933	lad
- <i>Licnodamaeus costula</i> Grandjean, 1931	lco
- <i>Licnodamaeus pulcherrimus</i> (Paoli, 1908)	lpu
- <i>Licnodamaeus undulatus</i> (Paoli, 1908)	lun
- <i>Carabodes perezii</i> Salinas, 1971	cpe
- <i>Carabodes gregorioi</i> Gil-Martin et Subías, in litt.	cgr
- <i>Tectocephus velatus sarekensis</i> Trägårdh, 1910	tve
- <i>Montizetes abulensis</i> C. Pérez-Iñigo, 1984	mab
- <i>Autogneta parva</i> Forsslund, 1947	apa
- <i>Iberoppia paradoxa</i> C. Pérez-Iñigo, 1986	ipa
- <i>Discoppia</i> (<i>Cylindroppia</i>) <i>cylindrica</i> (Pérez-Iñigo, 1965)	dcy
- <i>Medioppia media</i> (Mihelčič, 1956)	mme
- <i>Microppia minus</i> (Paoli, 1908)	mmn
- <i>Serratoppia minima</i> Subías et Rodríguez, 1988	sni
- <i>Serratoppia intermedia</i> Subías et Rodríguez, 1988	sin
- <i>Berniniella inornata</i> (Mihelčič, 1957)	bin
- <i>Berniniella intrudens</i> Subías, Rodríguez et Mínguez, 1987	bit
- <i>Lauropoppia doris</i> (E. Pérez-Iñigo, 1986)	ldo
- <i>Moritzoppia unicarinata unicarinatoides</i> Subías et Rodríguez, 1986	mun
- <i>Opiella</i> (O.) <i>nova</i> (Oudemans, 1902)	ono
- <i>Foraminoppia iturondobeitioi</i> Arillo et Subías (in litt.)	fit
- <i>Oxyoppia</i> (<i>Dzarogneta</i>) <i>intermedia</i> Subías et Rodríguez, 1986	oin
- <i>Oxyoppia</i> (<i>Dzarogneta</i>) <i>yepesensis</i> Muñoz-Mingarro, 1987	oye
- <i>Javieroppia cervus</i> Mínguez et Subías, 1986	jce
- <i>Ramusella</i> (<i>Insculptoppia</i>) <i>elliptica</i> (Berlese, 1908)	rel
- <i>Ramusella</i> (<i>Insculptoppia</i>) <i>insculpta</i> (Paoli, 1908)	rin
- <i>Ramusella</i> (<i>Insculptoppia</i>) <i>terricola</i> Subías et Rodríguez, 1986	rte
- <i>Ramusella</i> (<i>Rectoppia</i>) <i>fasciata</i> (Paoli, 1908)	rfa
- <i>Ramuselloppia anomala</i> Subías et Rodríguez, 1986	ran
- <i>Suctobelba trigona</i> (Michael, 1888)	str
- <i>Suctobelbella</i> (S.) <i>falcata</i> (Forsslund, 1941)	sfa
- <i>Suctobelbella</i> (S.) <i>sarekensis</i> (Forsslund, 1941)	ssa
- <i>Suctobelbella</i> (S.) <i>subcornigera</i> (Forsslund, 1941)	ssu
- <i>Scutovertex sculptus</i> Michael, 1879	ssc
- <i>Passalozetes</i> (<i>Bipassalozetes</i>) <i>reticulatus</i> Mihelčič, 1957	pre
- <i>Ceratozetes armatus</i> Mihelčič, 1956	car
- <i>Ceratozetes conjunctus</i> Mihelčič, 1956	cco
- <i>Ceratozetes laticuspidatus</i> Menke, 1964	cla
- <i>Ceratozetes nasutus</i> Subías, Kahwash et Ruiz, 1990	cna
- <i>Ceratozetes obtusus</i> Mihelčič, 1956	cob
- <i>Ceratozetes simulator</i> (C. Pérez-Iñigo, 1970)	csi
- <i>Chamobates schuetzi</i> (Oudemans, 1902)	csc
- <i>Allogalumna alanellae</i> (Jacot, 1935)	aal
- <i>Transoribates lagenula</i> (Berlese, 1904)	tla
- <i>Lauritzenia</i> (<i>Incabates</i>) <i>pallidus</i> (Mihelčič, 1956)	lpa
- <i>Oribatula</i> (O.) <i>tibialis</i> (Nicolet, 1855)	oti
- <i>Oribatula</i> (<i>Zygoribatula</i>) <i>exarata</i> Berlese, 1917	oex
- <i>Hemileius initialis</i> (Berlese, 1908)	hin
- <i>Hemileius robustus</i> C. Pérez-Iñigo, 1969	hro
- <i>Scheloribates fimbriatus</i> Thor, 1930	sfi

CONSIDERACIONES GENERALES Y CONCLUSIONES

1.- Parámetros Fisicoquímicos:

- No existen diferencias significativas en el comportamiento o la evolución de los parámetros fisicoquímicos considerados en este estudio (arena, arcilla y limo; pH; Nitrógeno total, Carbono orgánico oxidable y materia orgánica; capacidad de campo; ácidos húmicos y ácidos fúlvicos -y extracto húmico total-), ni entre la zona superficial y la profunda del suelo incendiado, ni entre la zona central y la periférica del área quemada; aunque sí las hay en los niveles de contenido o valores de pH, capacidad de campo, Carbono, Nitrógeno y materia orgánica, entre superficie y profundidad.

- No se observa un comportamiento de los valores de los parámetros fisicoquímicos interpretable en función de la extensión (o tamaño) de la zona arbolada quemada, por lo que este factor en nuestro estudio no parece tener una influencia clara.

- Con carácter general, la textura de los suelos de nuestras localidades (muestras) es marcadamente arenosa. Concretamente, seis muestras son arenosas *s. str.*, 16 son areno-francosas, y 14 son franco-arenosas.

- Los análisis de componentes principales y de agrupamiento coinciden en sus resultados, proyectando sobre un eje y agrupando en ramas del dendrograma, básicamente a los mismos parámetros y a las mismas muestras. Tanto los ejes como los grupos, estarían bien definidos por los parámetros texturales y el pH (eje I), la materia orgánica, el Carbono y el Nitrógeno (eje II) y los parámetros caracterizadores del humus (eje III).

- La edad de abandono de la zona incendiada, es el factor en función del cual se ha observado un comportamiento o evolución interpretable de los valores de los parámetros fisicoquímicos.

- En nuestra zona de estudio: (10) la materia orgánica, el Carbono, el Nitrógeno y la capacidad de campo presentan valores bajos los primeros años después del incendio, recuperándose transitoriamente (6 años) y bajando de nuevo después (12 años).

Esta fluctuación en la recuperación, no siguiendo una tendencia claramente ascendente, podría tener su origen en la alta intensidad de los incendios; (2Q) el pH es superior (en un punto por término medio) en los primeros años, recuperando progresivamente los niveles iniciales; (3Q) de los parámetros texturales, el limo no experimenta modificaciones significativas, y la arena y la arcilla siguen caminos fluctuantes opuestos, recuperando finalmente niveles semejantes a los de partida; y (4Q) los valores de ácidos húmicos y fúlvicos (que muestran una evolución semejante) bajan mucho con el incendio, no experimentando una recuperación significativa en el margen de los 10-18 años a que llega este estudio.

- Nuestros incendios forestales de pinar, estivales y no prescritos (= generalmente intensos), tienen un significativo impacto sobre los parámetros fisicoquímicos edáficos considerados, produciendo modificaciones apreciables y siendo el tiempo de recuperación muy largo. Por ello, en nuestro contexto geográfico, la reversibilidad de los daños, se verifica a muy largo plazo.

2.- Faunística y (Taxonomía):

- En el presente estudio se han obtenido y determinado 1.912 ejemplares adultos de Acaros Oribátidos de 111 especies pertenecientes a 74 géneros de 47 familias. El bajo número de ejemplares encontrados, obedecería por un lado al deterioro del medio ocasionado por los incendios y por otro al extremo grado de aridez que vive la zona durante la estación estival -época en que se realizó el muestreo-, y la elevada diversidad de especies presentes, reflejaría el alto grado de adaptación de esta fauna a unas condiciones climáticas marcadamente mediterráneas; condiciones que, según estudios previos, siempre han aportado los más altos valores de diversidad oribatológica.

- De estas 111 especies, 87 son nueva cita para la Sierra de Gredos, 79 lo son para la Provincia de Avila, y una, *Masthermannia mammillaris* (Berlese, 1904), se cita por primera vez para la Península Ibérica.

- Han aparecido siete especies que han resultado ser nuevas para la Ciencia, dos de ellas pertenecen además a nuevos géneros, para uno de los cuales ha sido precisa la creación de una nueva subfamilia: *Paternoppiinae* n. subfam. y *Paternoppia andalusicabulensis* n. gen., n. sp., *Gredosella fraternalis* n. gen., n. sp., *Brachychthonius amistosus* n. sp., *Hermanniella issanielloides* n. sp., *Ctnobelba pulchellula* n. sp., *Xenillus arilloi* n. sp. y *Carabodes gregorioi* n. sp.; lo que significa comparativamente un porcentaje muy importante de fauna nueva -particular- (6,3 %), siendo de una especial relevancia faunística por suponer un notable incremento en el conocimiento de los elementos endémicos de esta zona (hasta ahora sólo se conocía una especie descrita y encontrada exclusivamente en esta Sierra: *Iberoppia paradoxa* C. Pérez-Iñigo, 1986).

- El patrón oribatológico, considerando los grupos filéticos de Oribátidos, supondría una muy elevada proporción de especies de Superiores Picnonóticos (más de la mitad, 54,1 %) -de ellos más de la mitad son Oppidos-, y una menor y semejante proporción (menos de un cuarto) de Inferiores (22,5 %) y Superiores Poronóticos (23,4 %). En el número de ejemplares el patrón es semejante, lo que indicaría que el fuego ha afectado más a las especies del último grupo, Superiores Poronóticos, en general de mayor tamaño y habitantes más habituales de los horizontes superficiales (orgánicos) del suelo, que son los más impactados por el incendio.

- En referencia a las valores de dimensiones y biometría de las especies, se observa que la mayoría son de tamaño modesto, menor de 400 μm (pequeñas y medianas): 73 %, y presentan una forma en que su longitud es aproximadamente el doble que la anchura, índice entre 1,5 y 2,5 (medias y medio-alargadas): 86,2 %. La mayoría de estas especies son hemi o euedáficas; están adaptadas a una elevada aridez climática estival, pasando el verano en los horizontes inferiores que conservan algo de humedad, y se han visto además obligadas por el incendio a vivir más permanentemente en los estrechos espacios de los horizontes minerales.

- En referencia a los valores de frecuencia y abundancia totales de las especies, se observa:

(1) que la mayoría son raras o poco frecuentes, pues aparecen en menos de la décima parte de las muestras: 82 %, y ocasionales o poco abundantes, ya que presentan menos de 20 ejemplares: 79,2 %; la razón de estos resultados, podría estar en las extremas condiciones termohídricas que, como se menciona anteriormente, impone el verano del Sur de Gredos.

(2) que las cuatro especies más frecuentes - también las más abundantes-, son *Aphelacarus acarinus* Grandjean, 1932 (Inferior, Holártica Meridional, especialmente frecuente en zonas áridas), *Microppia minus* (Paoli, 1908) y *Serratoppia intermedia* Subías et Rodríguez, 1988 (Picnónoticos Oppidos, Cosmopolita e Ibérica - respectivamente-, euedáficos) y *Oribatula (O.) tibialis* (Nicolet, 1835) (Poronótico, Cosmopolita, generalista), todas ellas de amplia valencia ecológica y pioneras en la recolonización tras su abandono de suelos perturbados o intervenidos.

3.- Biogeografía:

- El grado de endemismo ibérico de la fauna oribatológica de la Sierra de Gredos es importante: casi un cuarto de las especies censadas son especies exclusivamente ibéricas, algunas de ellas propias de esta Sierra. A pesar de que aún no ha sido estudiada una zona que puede aportar buenos resultados en este sentido, como son las altas cumbres.

- La muy importante contribución de las especies de carácter mediterráneo a la composición del patrón oribatológico de Gredos, con algo menos de la mitad de las especies de distribución mediterránea en sentido amplio. Rasgo que parece diferenciar a esta Sierra de otras montañas vecinas de la misma cordillera, a juzgar por lo aportado por otros estudios faunísticos de determinados grupos de insectos.

- La muy elevada proporción de elementos meridionales: menos de dos tercios de las especies censadas. Este dato podría ser uno de los que más habría de modificarse en el futuro, ya que la mayor parte de los muestreos de los que se han obtenido los datos para Oribátidos aquí analizados, han sido realizados en la vertiente Sur de la Sierra, claramente más termófila.

- La también importante proporción de elementos paleárticos en sentido amplio: con casi otro cuarto de las especies detectadas, resultando éste el otro gran contribuyente a la composición oribatológica de Gredos (junto con el mediterráneo).

- La notable proporción de elementos ubiquistas o de amplia distribución existente entre los Oribátidos Inferiores: cerca de la mitad de las especies, frente al bajo porcentaje de especies endémicas de la Península Ibérica. Y, a la inversa, la importante proporción de elementos exclusivos o endémicos -más de un tercio de las especies- existente entre los Oribátidos Superiores Picnonóticos, frente a un menor porcentaje de elementos ampliamente distribuidos.

Ambos resultados, son concordantes con que el primero sea el grupo filético más primitivo -de origen Paleozoico- y el segundo el más joven y en evolución, y con la teoría de la deriva continental aplicada a la distribución de especies de fauna.

En los Oribátidos Superiores Poronóticos, la alta proporción de elementos ubiquistas, de amplia valencia ecológica, se debería a que en los suelos incendiados -de donde proceden la mayoría de nuestras citas-, de este grupo eminentemente poblador de los horizontes orgánicos -destruidos o dañados por el fuego- sólo aparecerían las especies menos exigentes (más ampliamente distribuidas).

- La buena correspondencia global del patrón biogeográfico general aquí establecido con los Acaros Oribátidos (que aporta indicios claros sobre cómo se produjo el poblamiento de la Sierra de Gredos): (1) con el que se ofreció en otros estudios

oribatológicos anteriores para una localidad típicamente mediterránea continental y para todo el Mediterráneo Occidental, y (2) con el aportado en varios estudios faunísticos de determinados grupos de insectos de Gredos.

- Los resultados de esta investigación, como de todos aquellos que se han referido sobre diversos grupos de insectos en la Sierra de Gredos, deben ser observados a la luz de un, generalmente, imperfecto conocimiento de nuestra fauna invertebrada, por lo que supone una aportación cuyas conclusiones podrían ser matizadas por trabajos posteriores; si bien pensamos, por lo generalizado, que el patrón global sería el aquí descrito.

4.- Ecología:

- Los blancos (así como la muestra de 16 años de abandono) no muestran en general el comportamiento esperado, siendo de difícil interpretación su posicionamiento con respecto a las muestras de edades más próximas.

Podría ser que esos puntos de muestreo no hayan sido bien elegidos o que por azar las muestras correspondientes a esos puntos hayan sufrido algún daño a lo largo del proceso.

En el caso de los blancos, cabría pensar que las poblaciones oribatológicas de la zona, con el tiempo (100 años sin incendio ni otras perturbaciones) hayan evolucionado hacia una situación de estancamiento y estabilización en unos niveles medios de densidad y diversidad, donde unas pocas especies se han hecho dominantes.

- En el análisis realizado por muestras, coinciden a grandes rasgos los resultados de diversidad específica, equitatividad y constante de Motomura, lo que indica en términos generales que en estos suelos incendiados las poblaciones más diversas son también las más equilibradas y estables.

- La densidad y diversidad poblacionales disminuyen significativamente con el incendio, lo que sería debido a que los

incendios sufridos por este ecosistema forestal durante la época de verano son muy intensos, destruyendo de modo generalizado la vegetación y los horizontes superficiales del suelo, eliminando así con ellos gran parte de la fauna (impacto directo) y originando modificaciones en el medio -insolación, nutrientes, temperatura, humedad- (efecto indirecto) que lo hacen inhóspito para muchas especies.

- Tanto los indicadores de densidad y diversidad como de equilibrio recuperan niveles normalizados aproximadamente a los seis años de ocurrido el incendio, si bien esa regeneración no sigue una progresión lineal ascendente sino con significativas fluctuaciones (patrón observado también en otras zonas tras el abandono de su cultivo), ni parece estabilizarse hasta después de los doce años (constatado en nuestro estudio a los 18 años).

- La densidad y, sobre todo, la diversidad de las poblaciones son más elevadas en la periferia de las zonas incendiadas (frente a la zona central) y en las capas profundas del suelo quemado (frente a las capas superficiales), lo que indica que en esas zonas la fauna edáfica ha sufrido menos intensamente el efecto perturbador del fuego, quedando refugiada en ellas la mayoría de las poblaciones de Oribátidos que van a ser origen de la repoblación del área incendiada.

- Las especies con más amplia valencia ecológica (y amplitud de nicho), que son también las más equilibrada u homogéneamente distribuidas, han resultado ser: *Oribatula tibialis* (Nicolet, 1835), *Serratoppia intermedia* Subías et Rodríguez, 1988, *Microppia minus* (Paoli, 1908) y *Aphelacarus acarinus* (Berlese, 1910), que serían aquellas que mejor se adaptan (eurioicas) a las condiciones de vida que ofrece el medio perturbado por el incendio en esta zona (sin vegetación y con el suelo "decapitado"), a menudo con un muy extremado grado de aridez. Se trata de Oribátidos que han aparecido frecuentemente en los estudios realizados en zonas mediterráneas de España y con una distribución geográfica muy amplia.

- En la agrupación de las localidades se aprecia una notable influencia de la edad de abandono de la zona incendiada, distinguiéndose en función de su afinidad cenótica dos grandes grupos de localidades, por un lado las más recientemente incendiadas, y por otro las incendiadas hace bastante o mucho tiempo y las zonas no incendiadas. Las localidades de 12 años de abandono caracterizarían y servirían de núcleo aglutinador a los incendios de antigüedad media y grande, y las localidades de dos años caracterizarían y reunirían en torno a sí a los incendios más recientes.

- Los resultados del análisis de afinidad interespecífica según el índice de solapamiento de Horn y del análisis factorial de correspondencias, muestran una concordancia aceptable.

- Determinadas especies muestran una preferencia significativa por zonas incendiadas hace más o menos tiempo o por zonas no incendiadas, por lo que se pueden distinguir cuatro grupos que corresponderían a especies: (1) eurioicas o generalistas (indefinidas por una edad de abandono), como *Tectocepheus velatus sarekensis*, *Ceratozetes nasutus*, *Oxyopbia (Dzarogneta) yepesensis* y *Javieropbia cervus*, (2) pioneras y/u oportunistas (en edades recientes), como *Allogalumna alamellae*, *Suctobelbella (Suctobelbella) falcata*, *Transoribates lagenula* y *Ramusella (Insculptopbia) elliptica*, (3) de transición y estabilizadoras de la comunidad (de edades medias), como *Ceratozetes simulator*, *Ceratozetes obtusus*, *Hypochthonius luteus* y *Carabodes gregorioi*, y (4) caracterizadoras de la comunidad establecida (de edades avanzadas y zonas no incendiadas), como *Aphelacarus acarinus* y *Paralycus pyrigerus*.

- Determinadas especies aparecen ligadas de un modo importante al valor de algunos factores físicos y químicos de los suelos incendiados, pudiendo establecerse varios grupos de especies con preferencia por lugares: (1) más básicos y menos arenosos, como *Licnodamaeus pulcherrimus* y *Ramusella (Insculptopbia) terricola*, (2) más ácidos y más arenosos, como

Passalozetes (Bipassalozetes) reticulatus y *Autogneta parva*, (3) con mayores cantidades de Nitrógeno y materia orgánica, como *Moritzoppia unicarinata unicarinatoides* y *Suctobelbella (Suctobelbella) falcata*, (4) con menores cantidades de Nitrógeno y materia orgánica, como *Masthermannia mammillaris* y *Liochthonius strenzkei*, (5) con mayor capacidad de campo, como *Transoribates lagenula* y *Aleurodameus setosus*, y (6) con menor capacidad de campo, como *Scheloribates fimbriatus* y *Hemileius initialis*.

- El patrón de especies bioindicadoras, tanto de la recuperación de los suelos incendiados -medido por la edad de abandono- como de las condiciones fisicoquímicas -asociadas a la alteración y la recuperación-, debe ser definido para cada contexto ecológico concreto (el nuestro: suelos pardos de bosques de pino que han sufrido incendios en zona mediterránea continental).

NOTAS FINALES

Dos factores de vital importancia en el estudio del efecto de los incendios forestales sobre los suelos y de la recuperación de éstos con el tiempo, y a tener en cuenta por tanto de un modo prioritario en subsiguientes investigaciones, serían la intensidad del fuego y la frecuencia o recurrencia de los incendios en determinada zona. Si bien el primero es un factor difícil de medir en incendios no prescritos, como los empleados en este estudio.

Para completar y dar firmeza a este y subsiguientes estudios sistemáticos, biogeográficos y ecológicos, convendría realizar un estudio faunístico global, exhaustivo y sistemático, de todo el área y todos los grupos, por diferentes especialistas trabajando de un modo coordinado. Así como continuar con estudios sistemáticos y faunísticos de zonas de la Península Ibérica con suelos aún poco estudiados.

BIBLIOGRAFIA

Abbott, I., 1984. Changes in the abundance and activity of certain soil and litter fauna in the jarrah forest of Western Australia after a moderate intensity fire. *Austr. J. Soil Res.*, 22: 463-469.

Abbott, I. et Loneragan, O., 1983. Influence of fire on growth rate, mortality, and butt damage in mediterranean fores of Western Australia. *Forest Ecology and Management*, 6: 139-153.

Abbott, I. et Loneragan, O., 1984. Growth rate and long-term population dynamics of jarrah (*Eucaliptus marginata* Donn ex Sm.) regeneration in Western Australia forest. *Aust. J. Bot.*, 32: 353-362.

Abbott, I., Van Heurck, P. et Wong, L., 1984. Responses to long-term fire exclusion: physical, chemical and faunal features of litter and soil in a Western Australian forest. *Australian Forestry*, 47 (4): 237-242.

Abraira Santos, V. et Pérez de Vargas Luque, A., 1996. *Métodos multivariantes en Bioestadística*. Ed. Centro de Estudios Ramón Areces S. A. Madrid. 452 pp.

Acosta, F. J., Ruíz, E. et Subías, L. S., 1987. Sistema agrario y climax relativa como coordenadas de referencia para un proceso sucesional secundario en comunidades de Oribátidos (Acari). *Bol. Asoc. esp. Ent.*, 11: 87-101.

Adán, M. A., Viñuela, E. et Jacas, J., 1991. Effects of agricultural impact on soil inhabiting oribatid (Acari: Oribatida) communities. In: Dusbábek, F. et Bukva V. (Eds.): *Modern Acarology*, Vol. 1: 403-409. Academia, Prague & SPB Academic Publishing bv. The Hague.

Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L. et McCarthy, P., 1985. An introduction to humic substances in soil, sediment and water. In: Aiken, G. R., McKnight, D. M., Wershaw, R. L. et McCarthy, P. (Eds.): *Humic Substances in Soil, Sediment and Water*: 1-9. Wiley Interscience. New York.

- Alberti, G., Kratzmann, M., Blaszak, C., Streit, H. et Blumroder, V., 1991. Soil mites and acidification: a comparative study of four forest stands near Heidelberg. In: Schuster, R. & Murphy, P.W. (Eds.): *The Acari*: 491-493. Chapman & Hall. London.
- Allier, C. et Lacoste, A., 1981. Processus dynamiques de reconstitution dans la série du *Quercus ilex* en Corse. *Vegetatio*, 46: 83-91.
- Allué Andrade, J. L., 1990. *Atlas fitoclimático de España. Taxonomías*. M.A.P.A. Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Monografía nº 69. Madrid. 221 pp.
- Anderson, A. N., 1991. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in a savanna forest of Tropical Australia. *Biotropica*, 23 (4b): 575-585.
- Anderson, R. C., Leahy, T. et Dhillion, S. S., 1989. Numbers and biomass of selected insect groups on burned and unburned sand prairie. *Am. Midl. Nat.*, 122: 151-162.
- Andreu, V., Rubio, J. L., Forteza, J. et Cerni, R., 1996. Postfire effects on soil properties and nutrient losses. *Int. J. Wildland Fire*, 6 (2): 53-58.
- Antos, J. A., McCune, B. et Bara, C., 1983. The effect of fire on an ungrazed Western Montana grassland. *Am. Midl. Nat.*, 110 (2): 354-363.
- Aoki, J., 1970. The Oribatid Mites of the Islands of Tsushima. *Bull. Nat. Sci. Mus. Tokyo*, 13 (3): 395-442.
- Arianoutsou-Faraggitaki, M., 1984. Post-fire successional recovery of a phryganic (East Mediterranean) ecosystem. *Acta OEcologica/OEcologica Plantarum*, 5 (19), nº 4: 387-394.

Arianoutsou, M. et Margaris, N. S., 1982. Decomposers and the fire cycle in a phryganić (east-Mediterranean) ecosystem. *Microbial Ecology*, 8: 91-98.

Arillo, A. et Subías, L. S., 1996. La subfamilia Medioppiinae en el Sur de España. Descripción de *Medioppia pinsapi* sp. nov. (Oppliidae). *Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava*, 10-11: 219-229.

Arribas, M. A., Subías, L. S. et Ruíz, E., 1984. Oribátidos (Acarida, Oribatida) Superiores Gimnonóticos del "sabinar albar" español. *Cuad. Invest. Biol. (Bilbao)*, 5: 57-63.

Ascacíbar, M. et Iturrondobeitia, J. C., 1983. Estudio de las poblaciones de Oribátidos en tres medios urbanos de la ciudad de Bilbao. Aplicación del modelo loglineal de Motomura. *Kobie*, 13: 159-169.

Athias-Binche, F., 1987. Modalités de la cicatrization des écosystèmes méditerranéens après incendie: cas de certains arthropodes du sol. 3. Les Acariens Uropodides. *Vie Milieu*, 37 (1): 39-52.

Athias-Binche, F., Briard, J., Fons, R. et Sommer, F., 1987. Study of ecological influence of fire on fauna in mediterranean ecosystems (soil and above-ground layer). Patterns of post-fire recovery. *Ecologia Mediterranea*, 13 (4): 135-154.

Athias, F., Josens, G. et Lavelle, P., 1975. Influence du feu de brousse annuel sur le peuplement endogé de la savane de Lamto (Côte d'Ivoire). In: Vanek, J. (Ed.): *Progress in Soil Zoology*: 389-397. Dr. W. Jung, B. V. Publishers (The Hague) et Academia (Prague).

Athias-Binche, F. et Saulnier, L., 1986. Modalités de la cicatrization des écosystèmes méditerranéens après incendie: cas de certains arthropodes du sol. 1. Introduction, stations d'étude. *Vie Milieu*, 36 (2): 117-124.

- Bachelier, G., 1978. *La faune des sols. Son écologie et son action*. Initiations-Dokumentations Techniques n° 38. O.R.S.T.O.M. Paris. 291 pp.
- Balogh, J., 1972. *The oribatid genera of the world*. Akadémiai Kiadó. Budapest. 189 pp.
- Balogh, J. et Balogh, P., 1984. A review of the Oribatuloidea Thor, 1929 (Acari, Oribatei). *Acta Zoologica Hungarica*, 30 (3-4): 257-313.
- Balogh, J. et Balogh, P., 1986. Some Oribatid mites collected in the Western Pacific area. *Acta Zoologica Hungaricae*, 32 (3-4): 263-280.
- Balogh, J. et Balogh, P., 1992. *The Oribatid Mites Genera of the World I-II*. Hungarian Natural History Museum. Budapest. 263 + 375 pp.
- Bellido, A., 1983. Aspects de la recolonisation par les microarthropodes de landes après incendie. In: Ph. Lebrun et al. (Eds.): *New Trends in Soil Biology*: 632-634. Louvain-le-Neuve.
- Bellido, A., 1987. Approche expérimentale de l'effet immédiat d'un incendie sur le peuplement de Microarthropodes d'une lande. *Rev. Écol. Biol. Sol*, 24 (4): 603-622.
- Berlese, A., 1904. Acari nuovi, Manipulus II. *Redia*, 1: 258-280.
- Berlese, A., 1913. Acari nuovi, manipoli VII-VIII. *Redia*, 9: 77-111.
- Berlese, A., 1916. Certuria terza di Acari nuovi. *Redia*, 12: 289-338.
- Bermejo Bermejo, E., 1996. El paisaje vegetal del Suroeste madrileño a través de la historia: el Catastro de Ensenada. *Tomo Extraordinario 125 Aniversario R. Soc. Esp. Hist. Nat.*: 475-479.

Bernini, F., 1970. Notulae Oribatologicae II. Gli Oribatei (Acarida) delle Alpi Apuane (1ª serie). *Lavori della Società Italiana di Biogeografia* (Nuova Serie), 1: 390-429.

Bernini, F., 1984. Main trends of Oribatid mite biogeography in the central-west Mediterranean. *Acarology* VI, 2: 932-940.

Biot, P. et Solé Sabarís, L., 1954. *Investigaciones sobre morfología de la Cordillera Central Española*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas/Instituto "Juan Sebastián Elcano". Madrid. 87 pp.

Blandin, P., 1971. Recherches écologiques dans la savane de Lamto (Côte-d'Ivoire): observations préliminaires sur le peuplement aranéologique. In: Vanek, J. (Ed.): *Progress in Soil Zoology*: 18-39.

Bock, C. E. et Bock, J. H., 1991. Response of grasshoppers (Orthopter: Acrididae) to wildfire in a Southeastern Arizona grassland. *Am. Midl. Nat.*, 125: 162-167.

Bowman, D. M. J. S., Woinarski, J. C. Z., Sands, D. P. A., Wells, A. et McShane, V. J., 1990. Slash-and-burn agriculture in the wet coastal lowlands of Papua New Guinea: response of birds, butterflies and reptiles. *Journal of Biogeography*, 17: 227-239.

Brian, M. V., Mountford, M. D., Abbott, A. et Vincent, S., 1976. The changes in ant species distribution during ten years post-fire regeneratin of a heath. *Journal of Animal Ecology*, 45 (1): 115-133.

Brower, J. et Zar, J. H., 1977. *Field and laboratory methods for general ecology*. Wm. c. Brown Comp. publ. Dubuque. 194 pp.

Buffington, J. D., 1967. Soil arthropod populations of the New Jersey pine barrens as affected by fire. *Anal. of the Entomological Society of America*, 60 (3): 530-535.

- Calvo, L., Tárrega, R. et Luis, E., 1992. The effect of human factors (cutting, burning and uprooting) on experimental heathland plots. *Pirineos*, 140: 15-27.
- Cancela da Fonseca, J. P., 1969. L'outil statistique en biologie du sol. VI. -Théorie de l'information et diversité spécifique. *Rev. Écol. Biol. Sol*, 6 (4): 533-555.
- Castagnoli, M. et Pagazzano, F., 1985. Catalogue of the Berlese Acaroteca. *Inst. Sper. Zool. Agr., Firenze*: 490 pp.
- Clément, B. et Touffet, J., 1981. Vegetation dynamics in Brittany heathlands after fire. *Vegetatio*, 46: 157-166.
- Coineau, Y., 1974. *Introduction a l'étude des microarthropodes dur sol et son annexes*. Ed. Doin. Paris. 118 pp.
- Coleman, D. C. et McFadyen, A., 1966. The recolonization of gamma-irradiated soil by small arthropods. *Oikos*, 17 (1): 62-70.
- Cook, S. F., 1959. The effects of fire on a population of small rodents. *Ecology*, 40 (1): 102-108.
- Covarrubias, R. et Sáiz, F., 1971. Sobre algunas condiciones de la extracción de fauna edáfica mediante embudos de Berlese-Tullgren. *Bol. Mus. Nac. Hist Nat. Chile*, 32: 49-66.
- Csiszár, J., 1961. Neue Oribatiden (Acari). *Folia ent. hung.*, 14: 447-450.
- Cuadras, C. M., 1981. *Métodos de Análisis Multivariante*. Ed. Eunibar. Barcelona. 639 pp.
- Christensen, P. et Abbott, I., 1989. Impact of fire in the eucalypt forest ecosystem of southern Western Australia: a critical review. *Australian Forestry*, 52 (2): 103-121.

Dabin, B., 1971. Étude d'une méthode d'extraction de la matière humique du sol. *Sci. Sol*, 1: 47-48.

Daget, J., 1979. *Les modelles mathématiques en écologie*. Ed. Masson. 172 pp.

Daskalakou, E. N. et Thanos, C. A., 1996. Aleppo pine (*Pinus halepensis*) postfire regeneration: the role of canopy and soil seed banks. *Int. J. Wildland Fire*, 6 (2): 59-66.

De Pedraza, J. et López, J., 1980. *Gredos, Geología y Glaciarismo*. Trazo Ed. Zaragoza. 31 pp.

De Izarra, D., 1977. Les effects de l'emploi du feu sur les microarthropodes du sol dans la région semi-aride pampeenne. *Ecol. Bull.*, 25: 357-365.

De Nicolás, J. P., Casado, L. G. et Sanjuan, J. G., 1979. *Climatología básica de la subregión de Madrid*. M.O.P.U. Comisión de Planeamiento y Coordinación del Area Metropolitana de Madrid. Madrid. 261 pp.

Debano, L. F. et Conrad, C. E., 1978. The effect of fire on nutrients in a chaparral ecosystem. *Ecology*, 59 (3): 489-497.

Del Campo, C. et Iturrondobeitia, J. C., 1984. Sinecología de la comunidad oribatológica (Acarida, Oribatida) de un eucaliptal vizcaíno. *Kobie*, 326-340.

Díaz-Fierros, F., Benito, E., Vega, J., Castelao, A., Soto, B. Pérez, R. et Taboada, T., 1990. Solute loss and soil erosion in burnt soil from Galicia (NW Spain). In: Goldammer, J. G. et Jenkins, M. J. (Eds.): *Fire and Ecosystem Dynamics*: 103-116 pp. SPB Academic Publishing. The Hague.

Díaz-Fierros, F., Gil Sotres, F., Cabaneiro, A., Carballas, T., Leiros de la Peña, M. C. et Villar Celorio, M. C., 1982. Efectos erosivos de los incendios forestales en suelos de Galicia. *Anal. Edafol. Agrobiol.*, 41 (3-4): 627-639.

- Díaz-Pineda, F. D., Nicolás, J. P., Ruíz, M., Peco, B. et Bernáldez, F. G., 1981. Sucesión, diversidad et amplitud de niche dans les pâturages du centre de la Péninsule Ibérique. *Vegetatio*, 47: 257-266.
- Dindal, D. L. et Norton, R. A., 1979. Influence of human activities on community structure of soil Prostigmata. In: Rodríguez, J. G. (Ed.): *Recent Advances in Acarology*, Vol. 1: 619-628. Academic Press. New York/San Francisco/London.
- Dunwiddie, P. W., 1991. Comparisons of aboveground Arthropods in burned, mowed and untreated sites in sandplain grasslands on Nantucket Island. *Am. Midl. Nat.*, 125: 206-212.
- Force, D. C., 1981. Postfire insect succession in Southern California chaparral. *Am. Nat.*, 117: 575-582.
- Force, D. C., 1990. *Ecology of insects in California chaparral*. Res. Paper PSW-201. Berkeley, CA: Pacific Southwest Research Station, Forest Service, U. S. Department of Agriculture. 5 pp.
- García, J. A., Ena, V., Mediavilla, G. et Tarrega, R., 1995. Explotación post-fuego por hormigas (Hymenoptera, Formicidae) en ecosistemas de *Quercus pyrenaica*. *Avances en Entomología Ibérica*: 91-100.
- García Rodríguez, A., Forteza Bonnin, J., Prat Pérez, L., Sánchez Camazano, M. et Martín Patino, M. T., 1966. Los suelos de la provincia de Avila (estudio tipológico y de fertilidad). In: Lucena Conde, F. (Ed.): *Los suelos de la provincia de Avila*: 75 pp. Diputación Provincial de Avila/Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste. Salamanca.
- Garmendia Iraundegui, J., 1972. *El clima de la Provincia de Avila*. Instituto de Orientación y Asistencia Técnica del Oeste. Centro de Edafología y Biología Aplicada de Salamanca (C.S.I.C.). Salamanca. 192 pp.

Garro García, L. et De la Fuente Díaz, I., 1988. Apuntes sobre paisaje rural en el Valle del Tiétar. *Cuadernos Abulenses*, 9: 121-198.

Gayubo, S. F., Torres, F. et Heras, C., 1989. Estudio sobre las abejas de Gredos (Hymenoptera, Apoidea). *Cuad. Abul.*, 11: 83-166.

Genova Fuster, M. M., Gómez Manzaneque, F. et Regato Pajares, P., 1988. Sobre los pinares relictos de la Sierra de Gredos (Ávila). *Actas del Simposi Internacional de Botànica Pius Font i Quer*, 2: 439-442.

Ghilarov, M. S., 1965. Some practical problems of soil zoology. *Pedobiología*, 5: 189-204.

Ghilarov, M. S. et Krivolutsky, D. A., 1975. *Bestimmungsbuch für Bodenmilben-Sarcoptiformes*. Nauka. Moskau. 491 pp.

Gil, J. et Subías, L. S., 1990. Oribátidos del Cabo de San Vicente (Portugal) (Acari, Oribatida). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 14: 137-151.

Gil-Martín, J., *in prep.* Análisis del fenómeno de los incendios forestales durante el pasado reciente (1973-1993) en la Provincia de Ávila (España).

Gil-Martín, J., Arillo, A. et Subías, L. S., *in litt.* Gredosella fraternalis n. gen., n. sp., a new oribatid mite (Acari, Oribatida, Machuellidae) from a burned pine forest in the Sierra de Gredos (Ávila, Spain). *Acarologia*.

Gil-Martín, J. et Iturrondobeitia, J. C., *in litt.* Estudio de varios parámetros físicoquímicos en suelos de pinar incendiados de la Sierra de Gredos (Ávila, España). *Int. J. Wildland Fire*.

- Gil-Martín, J. et Iturrondobeitia, J. C., *in litt.* Estudio ecológico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de una zona de la Sierra de Gredos (Avila, España). 2. Afinidades cenóticas e interespecíficas, caracterización de la fauna en zonas incendiadas y relación de la fauna con los parámetros fisicoquímicos. *Eur. J. Soil Biol.*
- Gil-Martín et Subías, L. S., 1995. El estudio de los Acaros Oribátidos en España: estado actual del conocimiento y su utilización como bioindicadores edáficos. *Historia Natural '93*: 383-392.
- Gil-Martín, J. et Subías, L. S., *in litt.* Consideraciones sobre la biogeografía y la biodiversidad de los Acaros Oribátidos del Mediterráneo Occidental. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*
- Gil-Martín, J. et Subías, L. S., *in litt.* Estudio faunístico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de un sector de la cara Sur de la Sierra de Gredos (Avila). *Bol. Asoc. esp. Ent.*
- Gil-Martín, J. et Subías, L. S., *in litt.* Cinco nuevas especies de Acaros Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de la Sierra de Gredos (Avila). *Graellsia*.
- Gil-Martín, J. et Subías, L. S., *in litt.* Consideraciones sobre la biogeografía de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de la Sierra de Gredos. *Est. Mus. Cienc. Nat. de Alava*.
- Gil-Martín, J., Subías, L. S. et Arillo, A., *in litt.* Paternoppiinae n. subfam. from a burned pine forest in the Sierra de Gredos (Avila, Spain), with a description of Paternoppia andalusicabulensis n. gen., n. sp. (Acari, Oribatida, Oppiidae). *Acarologia*.
- Gisin, H., 1943. Ökologie und Lebensgemeinschaften der Collembolen im schweizerischen Exkursionsgebiet Basels. *Rev. Suisse Zool.*, 50: 131-224.

Grandjean, F., 1953. Essai de classification des oribates (Acarieus). *Bulletin de la Société Zoologique de France*, 78: 421-446.

Grandjean, F., 1965. Complément a mon travail de 1953 sur la classification des oribates. *Acarologia*, 7: 713-734.

Grandjean, F., 1969. Considérations sur le classement des Oribates. Leur division en 6 groupes majeurs. *Acarologia*, 11: 127-153.

Guillon, D. 1970. Recherches écologiques dans la savanne de Lamto (Côte d'Ivoire): Les effets du feu sur les arthropodes de la savanne. *La Terre et la Vie*, 1: 80-93.

Guitian Ojea, F. et Carballas, T., 1976. *Técnicas de Análisis de Suelos*. Ed. Pico Sacro. Santiago de Compostela. 288 pp.

Hammer, M., 1961. A few new species of Oribatids from Southern Italy. *Zool. Anz.*, 166: 113-119.

Hammer, M., 1966. Investigations on the Oribatid fauna of New Zealand. Part I. *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.*, 15 (2): 1-108.

Hammer, M. et Wallwork, J. A., 1979. A review of the world distribution of Oribatid mites (Acar: Cryptostigmata) in relation to continental drift. *Biol. Skr. Dan. Vid. Selsk.*, 22 (4): 1-31.

Heyward, F. et Tissot, A. N., 1936. Some changes in the soil fauna associated with forest fires in the longleaf pine region. *Ecology*, 17 (4): 659-666.

Hinds, A. A. et Lowe, L. E., 1980. Ammonium-N determination. Soil nitrogen. Berthelot reaction. *Soil Sci. Plant Anal.*, 11: 469-475.

- Holliday, N. J., 1991. Species responses of Carabid beetles (Coleoptera: Carabidae) during post-fire regeneration of boreal forest. *Can. Ent.*, 123: 1369-1389.
- Holliday, N. J., 1992. The carabid fauna (Coleoptera: Carabidae) during postfire regeneration of boreal forest: properties and dynamics of species assemblages. *Can. J. Zool.*, 70: 440-452.
- Horn, H. S., 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *Amer. Natur.*, 100: 419-424.
- Howard, W. E., Fenner, R. L. et Childs, H. E. Jr., 1959. Wildlife survival in brush burns. *Journal of Range Management*, 12: 230-234.
- Hoyos de Castro, A., Hernando Costa, J., Cuchi Ruíz, M. J. et Egidio Rodríguez, J. A., 1980. Caracterización de suelos del Sistema Central. III. Umbrepts (con carácter espódico). *Anales de Edafología y Agrobiología*, 39: 743-752.
- Hunt, G. S., 1994. Oribatids - a mite biodiverse (Acarina). *Memoirs of the Queensland Museum*, 36 (1): 107-119.
- Huhta, V., Karpipinen, E., Nurminen, M. et Valpas, A., 1967. Effect of silvicultural practices upon arthropod, annelid and nematode populations in coniferous forest soil. *Ann. Zool. Fenn.*, 4: 87-135.
- Hutha, V., Nurminen, M. et Valpas, A., 1969. Further notes on the effect of silvicultural practices upon the fauna of coniferous forest soil. *Ann. Zool. Fennica*, 6: 327-334.
- Iturrondobeitia, J. C. et Gil-Martín, J., in litt. Estudio ecológico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de pinares incendiados de una zona de la Sierra de Gredos (Avila, España). 1. Análisis de la diversidad y el equilibrio de las poblaciones. *Eur. J. Soil Biol.*

Iturrondobeitia, J. C. et Saloña, M., 1990. Estudio de las comunidades de oribátidos (Acari, Oribatei) de varios ecosistemas de Vizcaya y una zona próxima: 2. Distribución de abundancias y diversidad específica. *Rev. Écol. Biol. Sol*, 27 (1): 113-133.

Iturrondobeitia, J. C. et Saloña, M., 1991. Estudio de las comunidades de Oribátidos (Acari, Oribatei) de varios ecosistemas de Vizcaya y una zona próxima: 4. Relación entre fauna y factores del suelo. *Rev. Écol. Biol. Sol.*, 28 (4): 443-459.

Iturrondobeitia, J. C., Saloña, M. I. et Andrés, C., 1994. Impacto y regeneración de las comunidades oribatológicas edáficas posterior al incendio: un proyecto en curso (Comunicación). VI Congreso Ibérico de Entomología. Madrid.

Iturrondobeitia, J. C. et Subías, L. S., 1981. Autecología de las comunidades de Oribátidos (Acari, Oribatida) del Valle de Arratia (Vizcaya). *Cuad. Invest. Biol.*, 1: 1-14.

Jackson, M. L., 1964. *Análisis químico de suelos*. Ed. Omega. Barcelona.

Jeffers, J. N. R., 1991. *Modelos en ecología*. Ed. Oikos-tau. Barcelona. 96 pp.

Jiménez, R. et Guerra, A., 1975. Evolución de los suelos con la altitud en la vertiente sur de la Sierra de Gredos. *Anales de Edafología y Agrobiología*, 34: 991-1010.

Jones, T. P. et Chaloner, W. G., 1991. Los incendios del pasado. *Mundo Científico*, 119 (11): 1160-1168.

Jordana, R., Arbea, J. I., Moraza, L., Montenegro, E., Mateo, M. D., Hernández, M. A. et Herrera, L., 1987. Effect of reafforestation by conifers in natural biotopes of middle and South Navarra (Northern Spain). *Revue suisse Zool.*, 94 (3): 491-502.

- Kayll, A. J., 1974. Use of Fire in Land Management. In: Kozlowski, T. T. et Ahlgren, C. E. (Eds.): *Fire and Ecosystems*: 483-511. Academic Press. New York-San Francisco-London.
- Kazanis, D. et Arianoutsou, M., 1996. Vegetation composition in a postfire successional gradient of *Pinus halepensis* forests in Attica, Greece. *Int. J. Wildland Fire*, 6 (2): 83-91.
- Klima, J., 1956. Strukturklassen und lebensformen der Oribatiden (Acari). *Oikos*, 7 (2): 227-242.
- Koehler, H. H., 1992. The use of soil mesofauna for the judgement of chemical impact on ecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 40: 193-205.
- Krivolutsky, D. A. et Druk, A. Ya., 1986. Fossil Oribatid mites. *Ann. Rev. Entomol.*, 31: 533-545.
- Kubiena, W. L., 1955. La eficacia de la actividad de la fauna del suelo desde el punto de vista edafológico. *Anal. Edaf. y Fisio. Veg.*, 14: 601-622.
- Kuliev, K. A., 1967. About species of the genera Machuella, Oribatella, Oppia. *Scien. Res. Azerb. State Univ., Biol. Ser.*, 4: 59-67.
- Kulijev, K. A., 1967. Two new genera of Oribatei from Azerbaidjan. *Dokl. Akad. Nauk azerb. SSR*, 23 (7): 85-91.
- Kutiel, P. et Naveh, Z., 1987. Soil properties beneath *Pinus halepensis* and *Quercus calliprinos* trees on burned and unburned mixed forest on Mt. Carmel, Israel. *Forest Ecology Management*, 20: 11-24.
- Lawrence, G. E., 1966. Ecology of vertebrate animals in relation to chaparral fire in the Sierra Nevada foothills. *Ecology*, 47 (2): 278-291.

Lebrun, Ph., 1979. Soil mite community diversity. *Recent Advances in Acarology*, 1: 603-613.

Lee Rockett, C., 1986. Agricultural impact on the horizontal distribution of Oribatid mites (Acari: Oribatida). *Internat. J. Acarol.*, 12 (3): 175-180.

Lions, J. C., 1978. Eléments sur la distribution verticale des Oribates (Acariens) dans les biotopes édaphiques d'un écosystème forestier. *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 15 (3): 345-362.

Little, S. et Moore, E. B., 1949. The ecological role of prescribed burns in the pine-oak forests of Southern New Jersey. *Ecology*, 30 (2): 223-233.

López-Fernández, C., Gosálvez, J., de la Torre, J. et Morales Agacino, E., 1984. Análisis de la distribución geográfica y cromosómica en algunas especies de Ortópteros de alta montaña. *Misc. Zool.*, 8: 93-99.

López Gómez, F., 1992. Análisis del sistema de explotación intensivo de una población de hormigas carnívoras en un ecosistema de pastizal mediterráneo. *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense de Madrid. 289 pp.

López González, R., 1988. Estudio de los Odonatos de la Sierra de Gredos (Avila) (IIª Parte). *Cuad. Abul.*, 9: 61-120.

López-Sáez, J. A., López García, P. et Macías Rosado, R., 1991. Análisis polínico del yacimiento arqueológico de El Raso de Candeleda (Avila). *Actas V Jornadas sobre la Sierra de Gredos*.

Luceño, M. et Vargas, P., 1991. *Guía botánica del Sistema Central español*. Ed. Pirámide. Madrid. 354 pp.

Luciáñez, M. J., 1990. Contribución al conocimiento de los Colémbolos del Macizo Central de la Sierra de Gredos. *Tesis Doctoral*. Universidad Autónoma de Madrid. 623 pp.

- Lussenhop, J., 1981. Microbial and microarthropod detrital processing in a prairie soil. *Ecology*, 62 (4): 964-972
- Luxton, M., 1972. Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil. *Pedobiologia*, 12: 434-463.
- Mahmud, M. A., Mínguez, M. E. et Subías, L. S., 1983. Estudio taxocenótico de los Oribátidos (Acarida) de una zona agrícola de Toledo. *Actas I Congreso Ibérico de Entomología*, 2: 459-470.
- Mahunka, S. et Zombori, L., 1985. The variability of some morphological features in Oribatid mites. *Folia Entomologica Hungarica*, 46 (1):115-128.
- Mahunka, S., 1964. Über die Gattung Ctenobelba Balogh, 1943 (Acari, Oribatei). *Opusc. Zool. Budapest*, 2: 223-228.
- Mahunka, S., 1983. Oribatids from the eastern part of the Ethiopian Region (Acari). III. *Acta Zool. Hung.*, 29 (4): 397-440.
- Mahunka, S., 1987. A survey of the family Carabodidae C. L. Koch, 1836 (Acari: Oribatida), II. *Acta Zool. Hung.*, 33 (3-4): 399-434.
- Majer, J. D., 1984. Short-term responses of soil and litter invertebrates to a cool autumn burn in Jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest in Western Australia. *Pedobiologia*, 26: 229-247.
- Majer, J. D. et Abbott, I., 1989. Invertebrates of the jarrah forest. In: B. Dell et al. (Eds.): *The Jarrah Forest*: 111-122. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht (Netherlands).
- Mallo, F., 1985. *Análisis de componentes principales y técnicas factoriales relacionadas. Teoría de computación y aplicaciones*. Ed. Universidad de León. 523 pp.

Mangas, V. J., Sánchez, J. R. et Ortiz, C., 1992. Effects of a fire on runoff and erosion on mediterranean forest soils in SE-Spain. *Pirineos*, 140: 37-51.

Marcos Garcia, M. A., 1984. Los Syrphidae (Dipera) de las Sierras Occidentales del Sistema Central. *Tesis Doctoral* No publ. Universidad de Salamanca.

Margalef, R., 1981. *Ecología*. Ed. Planeta. Barcelona. 252 pp.

Marshall, V. G., Reeves, R. M. et Norton, R. A., 1987. Catalogue of the Oribatida (Acari) of continental United States and Canada. *Memoirs of the Entomological Society of Canada*, 139: 418 pp.

Martínez Ruíz, E., 1996. *Tres Sierras tres Culturas. Acabemos con el problema de los incendios forestales en España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. Madrid. 349 pp.

Mateos, E., 1992. Colémbolos (Collembola, Insecta) edáficos de encinares de la Serra de L'Obac y la Serra de Prades (Sierra Prelitoral Catalana). Efecto de los incendios forestales sobre estos Artrópodos. *Tesis Doctoral*. Universidad de Barcelona. 403 pp.

Mateos, E. et Selga, D., 1991. Efecto de los incendios forestales sobre las poblaciones de colémbolos edáficos en bosque mediterráneo. *Rev. Écol. Biol. Sol*, 28 (1): 19-30.

McFadyen, A., 1957. *Animal Ecology. Aims and Methods*. Pitman. London.

Meddour, R., 1992. Régénération naturelle de *Cedrus atlantica* et de divers pins après incendie dans l'arboretum de Meurdja (Algérie). *Forêt Méditerranéenne*, 13 (4): 275- 287.

Metz, L. J. et Farrier, M. H., 1973. Prescribed burning and populations of soil mesofauna. *Environmental Entomology*, 2 (3): 433-440.

- Miko, L. et Travé, J., 1996. Hungarobelbidae n. subfam., with a description of *Hungarobelba pyrenaica* n. sp. (Acarina, Oribatida). *Acarologia*, 37 (2): 133-155.
- Mínguez, M. E., 1981. Estudio taxocenótico de los Oribátidos (Acarida, Oribatida) de El Pardo. Ed. Universidad Complutense. Madrid. 281 pp.
- Ministerio de Agricultura (Dirección General de Agricultura) (Ed.), 1958. *Los grupos principales de suelos de la España peninsular*. Madrid. 49 pp. (Incluye Mapa Agronómico Nacional).
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (M.A.P.A.), 1986. *Métodos oficiales de análisis*. Madrid.
- Morell, M. J., 1988. Contribución al conocimiento de los ácaros oribátidos edáficos de las dehesas de la provincia de Salamanca. Parte I (Acari, Oribatei). *Eos*, 64: 207-220.
- Moreno, A. I. 1991. Efecto de la repoblación con *Pinus nigra* en la Navarra Media sobre la fauna edáfica de Acaros Oribátidos. *Tesis Doctoral*. Universidad de Navarra. 329 pp.
- Moreno, A. I., 1991. Development of the oribatid fauna in several reafforested areas of Navarra (Northern Spain). In: Dusbábek, F. et Bukva, V. (Eds.): *Modern Acarology*, Vol. 1: 385-394. Academia, Prague & SPB Academic Publishing bv. The Hague.
- Moritz, M., 1976 (a). Revision der europäischen Gattungen und Arten der Familie Brachychthoniidae (Acari, Oribatei). Teil 1. Allgemeiner Teil: Brachychthoniidae Thor, 1934. Spezieller Teil: Liochthonius v. d. Hammen, 1959, Verachthonius nov. gen. und Paraliochthonius nov. gen. *Mitt. Zool. Mus., Berlin*, 52 (1): 27-136.

Moritz, M., 1976 (b). Revision der europäischen Gattungen und Arten der Familie Brachychthoniidae (Acari, Oribatei). Teil 2. *Mixochthonius* Niedbala, 1972, *Neobrachychthonius* nov. gen., *Synchthonius* v. d. Hammen, 1952, *Poecilochthonius* Balogh, 1943, *Brachychthonius* Berlese, 1910, *Brachychochthonius* Jacot, 1938. *Mitt. Zool. Mus., Berlin*, 52 (2): 227-319.

Mozos, M., Gurrea, P., Sanz, M. J. et Luciañez, M. J., 1988. Patrones de distribución de escarabeidos florícolas (Coleoptera, Scarabaeoidea) en el Macizo Central de la Sierra de Gredos (España Central). *Actas de Gredos 1988, Boletín Universitario*, 7: 73-79.

Muñoz-Mingarro, D., 1992. Acaros Oribátidos en suelos no roturados de la Mesa de Ocaña (Toledo). *Tesis Doctoral*. Universidad Complutense de Madrid. 307 pp.

Mutch, R. W., 1970. Wildland fires and ecosystems-a hypothesis. *Ecology*, 51 (6): 1046-1051.

Neumann, F. G., 1991. Responses of litter arthropods to major natural or artificial ecological disturbances in mountain ash forest. *Australian Journal of Ecology*, 16: 19-32.

Neumann, F. G. et Tolhurst, K., 1991. Effects of fuel reduction burning on epigeal arthropods and earthworms in dry sclerophyll eucalypt forest of west-central Victoria. *Australian Journal of Ecology*, 16: 315-330.

Nicolás, A. et Gandullo, J. M., 1967. *Ecología de los pinares españoles. 1. Pinus pinaster Ait.* Ministerio de Agricultura. Madrid. 311 pp.

Niedbala, W., 1992. *Phthiracaroida (Acari, Oribatida), Systematic Studies*. PWN-Elsevier Publishers. Warszawa-Amsterdam. 612 pp.

- Norton, R. A., Bonano, P. M., Grierson, J. D. et Shear, W. A., 1988. Fossil mites from the devonian of New York State. *Progr. Acarol.*, 1: 271-277.
- Paoletti, M. G., Favretto, M. R., Stinner, B. R., Purrington, F. F. et Bater, J. E., 1991. Invertebrates as bioindicators of soil use. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 34: 341-362.
- Pedrero Fernández, J. J., 1993. Estudio sobre la Pompilidofauna (Hymenoptera: Pompilidae) del Sistema Central: Sierras de Béjar, Gredos y Paramera. *Tesis Doctoral*. Universidad de Salamanca.
- Penfound, W. T., 1968. Influence of a wildfire in the Wichita Mountains Wildlife Refuge, Oklahoma. *Ecology*, 49 (5): 1003-1009.
- Pereira de Oliveira, E. et Franklin, E., 1993. Efeito do fogo sobre a mesofauna do solo: recomendações em áreas queimadas. *Pesq. agropec. bras.*, 28 (3): 357-369.
- Pérez Andueza, G. et Portillo Rubio, M., 1992. Los Asílidos (Diptera, Brachycera, Asilidae) de la Sierra de Gredos. *Cuad. Abul.*, 16: 189- 259.
- Pérez-Iñigo, C., 1966. Una nueva especie de ácaro oribátido de la Cordillera Central, *Carabodes hispanicus* n. sp. *Bol. R. Soc. esp. His. nat. (Biol.)*, 63: 351-357.
- Pérez-Iñigo, C., 1969 (a). Nuevos oribátidos de suelos españoles (Acari, Oribatei). *Eos*, 44: 377-403.
- Pérez-Iñigo, C., 1969 (b). Acaros oribátidos de suelos de España Peninsular e Islas Baleares (1ª Parte)(Acari, Oribatei). *Graellsia*, 24: 143-238.
- Pérez-Iñigo, C., 1970 (a). Los ácaros y la importancia de su estudio. *Graellsia*, 25: 297-315.

Pérez-Iñigo, C., 1970 (b). Acaros oribátidos de suelos de España Peninsular e Islas Baleares (Acari, Oribatei), Parte II. *Eos*, 45: 241-317.

Pérez-Iñigo, C., 1971. Acaros oribátidos de suelos de España Peninsular e Islas Baleares (Acari, Oribatei), Parte III. *Eos*, 46: 263-349.

Pérez-Iñigo, C., 1972. Acaros oribátidos de suelos de España Peninsular e Islas Baleares (Acari, Oribatei), Parte IV. *Eos*, 47: 247-333.

Pérez-Iñigo, C., 1974. Acaros oribátidos de suelos de España Peninsular e Islas Baleares (Acari, Oribatei), Parte V. *Eos*, 48: 367-475.

Pérez-Iñigo, C., 1984. *Montizetes abulensis* n. sp., a new species of Oribatid mite (Acari, Oribatei, Banksinomidae) from the spanish central mountain range. *Redia*, 67: 261-268.

Pérez-Iñigo, C., 1988. Revisión de las especies españolas del género *Oribatella* Banks, 1895 (Acari, Oribatei), I. *Oribatella inflexa* Mihelčič, 1957. *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 12: 81-91.

Pérez-Iñigo, C., 1992. Observaciones sobre la fauna de Oribátidos edáficos en pinares quemados (Acari, Oribatei). *Bol. Soc. Port. Ent.*, Supl. 3: 181-184.

Pérez-Iñigo, C., 1993. *Acari, Oribatei, Poronota*. En: *Fauna Ibérica*, vol. 3. Ramos, M. A. et al. (Eds.). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 320 pp.

Pérez-Iñigo, C. et Peña, M. A., 1996. Oribátidos edáficos (Acari, Oribatei) de Gran Canaria (II). *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 20 (1-2): 201-219.

Pérez-Iñigo Jr., C., 1991. Oribátidos (Acari, Oribatei) de Menorca. *Misc. Zool.*, 14: 29-40.

- Peterson, D. L., Sackett, S. S., Robinson, L. J. et Haase, S. M., 1994. The effects of repeated prescribed burning on *Pinus ponderosa* growth. *Int. J. Wildland Fire*, 4 (4): 239-247.
- Pickford, G. D., 1932. The influence of continued heavy grazing and of promiscuous burning on spring-fall ranges in Utha. *Ecology*, 13 (2): 159-172.
- Piffl, E., 1966. *Spinozetes inexpectatus* n. g. n. sp., eine neue Gattung der Oribatiden (Acari) aus Griechenland. *Acarologia*, 8 (3): 494-510.
- Pollo Zorita, A. M., 1985. Oníscidos en suelos de bosques quemados de la zona del alto Tiétar (Avila)(Isópoda, Crustacea). *Graellsia*, 41: 191-196.
- Primo Yúfera, E. et Carrasco Dorrien, J. M., 1973. *Química Agrícola.I. Suelos y Fertilizantes*. Ed. Alhambra. Madrid. 472 pp.
- Prodon, R., 1992. Land abandonment, wildfires and fauna in north Mediterranean context (Ponencia). *Seminario Incendios Forestales y Desertificación*. U.I.M.P. Valencia.
- Quinn, R. D., 1990. The role of animals in the fire cycle of mediterranean-type ecosystems (Ponencia). *Seminario Papel del Fuego en los Ecosistemas Mediterráneos*. U.I.M.P. Valencia.
- Rashid, G. H., 1987. Effects of fire on soil carbon and nitrogen in a mediterranean oak forest of Algeria. *Plan and Soil*, 103: 89-93.
- Rice, L. A., 1932. The effect of fire on the prairie animal communities. *Ecology*, 13 (4): 392-401.
- Rivas-Martínez, S., 1975. Mapa de la vegetación de la Provincia de Avila. *Anal. Inst. Bot. Cavanilles* 32 (2): 1493-1556.

Rivas-Martínez, S., 1987. *Memoria del mapa de las series de vegetación de España*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación-ICONA Serie Técnica. Madrid. 268 pp.

Ruíz, E., Mínguez, M. E. et Subías, L. S., 1986. Los oribátidos (Acari, Oribatida) de los eriales de cultivo de una zona agrícola del sur de Madrid y el efecto borde. *Actas VIII Jorn. Asoc. esp. Ent.*: 98-110.

Ruíz, E. et Subías, L. S., 1984. Oribátidos (Acari, Oribatida) inferiores del "sabinar albar" español. *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 8: 195-201.

Ruíz, E., Subías, L. S. et Kahwash, M. A. M., 1991. Oribátidos Inferiores (Acari, Oribatida, Macropylina) de Andalucía, con descripción de tres nuevas especies. *Eos*, 67: 55-65.

Ruíz Zapata, M. B. et Acaso Deltell, E., 1981. Contribución al estudio del cuadro vegetal y climático durante el Cuaternario reciente en el Macizo Central de Gredos (Ávila). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Geol.)*, 79: 299-307.

Sáiz, F., 1990. Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, Sector Ocoa, V Región, Chile. I. Problema e incidencia de incendios forestales en Chile. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaiso*, 21: 5-13.

Sáiz, F. et Bascuñan, J., 1993 (a). Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, Sector Ocoa, V Región, Chile. IV. Fauna del suelo. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaiso*, 21: 33-49.

Sáiz, F. et Bascuñan, J., 1993 (b). Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, Sector Ocoa, V Región, Chile. VII. Artrópodos asociados a hojarasca, excepto Coleoptera, Blattodea, Formicidae y Mutilidae. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaiso*, 21: 81-88.

Sáiz, F. et Carvajal, C., 1993. Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, Sector Ocoa, V Región, Chile. V. Blattodea, Formicidae y Mutilidae. Impacto y Recuperación. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaiso*, 21: 51-61.

Sáiz, F., Solervicens, J. et Vivar, C., 1993. Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, Sector Ocoa, V Región, Chile. VI. Coleópteros Epigeos. Impacto y Recuperación. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaiso*, 21: 63-80.

Salinas, A. M., 1971. *Acaros Oribátidos de suelos de pinar de la Cordillera Central (Acari, Oribatei)*. Tesina de Licenciatura. Madrid. 65 pp.

Salinas, A. M., 1971. Una nueva especie de oribátido de la Sierra de Gredos (Acari, Oribatei). *Eos*, 46: 359-364.

Saloña, M. I., 1988. Estudio taxonómico y ecológico de los Oribátidos (Acari, Oribatida) de varios ecosistemas de Vizcaya y zonas afines. *Tesis Doctoral*. Universidad de País Vasco. 321 pp.

Saloña, M. et Iturrondobeitia, J. C., 1988. Estudio de las comunidades de Oribátidos (Acari, Oribatei) de varios ecosistemas de Bizkaia y una zona próxima: 1. sistemática y listado faunístico. *Kobie*, 17: 79-92.

Saloña, M. et Iturrondobeitia, J. C., 1990. Estudio de las comunidades de oribátidos (Acari, Oribatei) de varios ecosistemas de Vizcaya y una zona próxima: 3. Análisis comparado de las afinidades cenóticas e interespecíficas. *Rev. Écol. Biol. Sol.*, 27 (2): 185-203.

Sampson, A. W., 1944. Effect of chaparral burning on soil erosion and on soil-moisture relations. *Ecology*, 25 (2): 171-191.

San Roque, P. Rubio, J. L. et Mansanet, J., 1985. Efectos de los incendios forestales en las propiedades del suelo, en la composición florística y en la erosión hídrica de zonas forestales de Valencia (España). *Rev. Ecol. Biol. Sol*, 22: 131-147.

Sanz Benito, M. J. et Gurrea Sanz, P., 1991. Inventario y análisis biogeográfico preliminar de las especies de Curculionoidea (Coleoptera) de Genisteae en las Sierras del Sistema Central (Península Ibérica). *Graellsia*, 47: 117-127.

Sarlé, V. et Parra, X., 1993. Efectos de los incendios forestales en las comunidades de acaros edáficos en un encinar mediterráneo. *XII Jorn. Asoc. esp. Ent.*

Saulnier, L. et Athias-Binche, F., 1986. Modatiés de la cicatrization des écosystèmes méditerranéens après incendie: cas de certains arthropodes du sol. 2. Les Myriapodes édaphiques. *Vie Milieu*, 36 (3): 191-204.

Schatz, H., 1983. *Catalogus Faunae Austriae. Ein Systematisches Verzeichnis aller auf österreichischem Gebiet festgestellten.* Teil IX: U.-Ordnung: Oribatei, Hornmilben. Österreichische Akademie der Wissenschaften. Wien. 118 pp.

Schelvis, J., 1990. Mites (Acari) in Archaeology. *Proc. Exper. & Appl. Entomol.*, 1: 90-95.

Seastedt, T. R. et Reddy, M. V., 1991. Fire, mowing and insecticide effects on soil Sternorrhyncha (Homoptera) densities in tallgrass prairie. *Journal of the Kansas Entomological Society*, 64 (2): 238-242.

Serra, A., Mateos, E., Parra, X. et Sarlé, V., 1992. Estudio de los efectos de un incendio forestal sobre poblaciones de artrópodos edáficos. *Historia Animalium*, 1: 41-62.

- Smith, G. T., 1990. Responses by scorpions to fire-initiated succession in arid Australian spinifex grasslands. *Journal of Arachnology*, 18: 241-244.
- Sneath, P. H. A. et Sokal, R. S., 1973. *Numerical Taxonomy*. W. H. Freeman & Co. San Francisco. 573 pp.
- Spickett, A. M., Horak, I. G., Van Niekerk, A. et Braack, L. E. O., 1992. The effect of veld-burning on the seasonal abundance of free-living Ixodid ticks as determined by drag-sampling. *Onderstepoort J. vet. Res.*, 59: 285-292.
- Springett, J. A. 1971. The effects of fire on litter decomposition and on the soil fauna in a *Pinus pinaster* plantation. *Am. Zool. Ecol. Animale*, 5: 529-535.
- Springett, J. A., 1976. The effect of prescribed burning on the soil fauna and on litter decomposition in Western Australian forests. *Australian Journal of Ecology*, 1: 77-82.
- Springett, J. A., 1979. The effects of a single hot summer fire on soil fauna and on litter decomposition in Jarrah (*Eucalyptus marginata*) forest in Western Australia. *Australian Journal of Ecology*, 4: 279-291.
- Strenzke, K., 1952. Die biozönotik der Oribatiden norddeutscher Böden. *Die Naturwissenschaften*, 38: 284-285.
- Subías, L. S., 1978. *Anomaloplia canariensis* n. gen., n. sp. (Acarida, Oribatida, Oppiidae) de las Islas Canarias. Consideraciones filogenéticas sobre la familia. *Redia*, 61: 565-574.
- Subías, L. S. et Arillo, A., 1993. La familia Machuellidae J. Balogh, 1983 *novum status* (Acari, Oribatida, Oppioidea). *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat. (Sec. Biol.)*, 89 (1-4): 23-32.

Subías, L. S. et Arillo, A., *in litt.* *Foraminoppia* a new genus of oppiid mite from South Spain (Oppiidae, Oxyoppiinae). *Acarologia*, 39 (1).

Subías, L. S., Arillo, A. et Gil-Martín, J., 1992. Cosideraciones biogeográficas sobre los Oribátidos (Acari, Oribatida) de Marruecos y Sahara Occidental. *Historia Natural '91*: 189-202.

Subías, L. S. et Balogh, P., 1989. Identification keys to the genera of Oppiidae Grandean, 1951 (Acari, Oribatida). *Acta Zoologica Hungarica*, 35 (3-4): 355-412.

Subías, L. S. et Gil, J., 1991. Tres nuevas especies de la familia Brachychthoniidae (Acari, Oribatida) del Sur de Portugal. *Arquivos do Museu Bocage (Nova Série)*, 2 (1): 1-10.

Subías, L. S. et Gil-Martín, J., 1996. Sistematic and biogeographic checklist of Oribatids from Western Mediterranean (Acari, Oribatida). *An. Mus. Civ. Sto. Nat. G. Doria*.

Subías, L. S. et Gil-Martín, J., *in litt.* Oribátidos (Acari, Oribatida) de la Sierra de Gredos (Avila). *Misc. Zool.*

Subías, L. S., Mínguez, M. E. et Iturrondobeitia, J. C., 1988. Estudio comparativo de la fauna de Oribátidos de una región mediterránea y otra euroatlántica de España. *Congreso de Biología Ambiental-II Congreso Mundial Vasco*, 2: 449-459.

Subías, L. S. et Rodríguez, P., 1988. Oppiidae (Acari, Oribatida) de los sabinares (*Juniperus thurifera*) de España, VIII. Medioppiinae Subías y Mínguez. *Boln. Asoc. esp. Ent.*, 12: 27-43.

Subías, L. S., Ruíz, E. et Mínguez, M. E., 1986. Consideraciones generales sobre la sucesión y bioindicación de los oribátidos (acari, oribatida) de un erial de cultivo mediterráneo. *Actas VIII Jorn. Asoc. esp. Ent.*: 121-131.

- Subías, L. S. et Torrijos, J. F., 1982. Géneros de Oribátidos Superiores Poronóticos (Acaros). In: Ed. Universidad Complutense. *Claves para la identificación de la fauna española*. 24 pp.
- Ter Braak, C. J. F., 1987. *Unimodal models to relate species to environment*. Doc. Th. Agr. Math. Gr. Wagenigen. 152 pp.
- Touyama, Y. et Nakagoshi, N., 1992 (a). A note on ants visiting bracken at the post-fire stand. *Mem. Fac. Integrated Art. and Sci., Hiroshima Univ., Ser. IV, Science Report*, 18: 11-18.
- Touyama, Y. et Nakagoshi, N., 1992 (b). Effects of reforestation with *Pinus thunbergii* Parl. and *Sarothamnus scoparius* (L.) Wimm. ex Koch on recoveries of vegetation and terrestrial arthropod fauna at post-fire stands. *Journal of the Japanese Society of Revegetation Technology*, 17 (3): 139-150.
- Touyama, Y., Nakagoshi, N. et Takahashi, F., 1989. The dynamics of the terrestrial arthropod community and vegetation recovery at post-fire stands. *Jpn. J. Ecol.*, 39: 107-119.
- Trabaud, L., 1983. The effects of different fire regimes on soil nutrient levels in *Quercus coccifera* garrigue. Mediterranean-type ecosystems. Role of nutrients. In: Kruger, F. J., Mitchell, D. T., et Jarvis, J. U. M. (Eds.): *Ecological Studies*, 43: 233-243. Springer-Verlag. Berlin.
- Trabaud, L., 1990. Influence du feu sur les propriétés chimiques des couches superficielles d'un sol de garrigue. *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 27 (4): 383-394.
- Trabaud, L., 1991. Le feu est-il un facteur de changement pour les systèmes écologiques du bassin méditerranéen ?. *Sécheresse*, 3 (2): 163-174.
- Trabaud, L., 1992 (a). Réponses des végétaux ligneux méditerranéennes à l'action du feu. *Pirineos*, 140: 89-107.

Trabaud, L., 1992 (b). *Les feux de forêts; mecanismes, comportement et environnement*. Ed. France-Sélection. Aubervilliers. 278 pp.

Trabaud, L. et Guillon, D., 1991. Los ecosistemas renacen de sus cenizas. *Mundo Científico*, 118 (11): 1104-1106.

Van der Hammen, L., 1968. Introduction générale à la classification, la terminologie mophologique, l'ontogénese et l'évolution des Acariens. *Acarologia*, 10 (3): 401-412.

Van der Hammen, L., 1972. A revised classification of the mites (Arachnidea, Acarida) with diagnosis, a key and notes on phylogeny. *Zoologische Mededelingen*, 47: 273-292.

Vannier, G., 1978 Étude expérimentale de l'effet immédiat du feu de litière sur les Microarthropodes d'un sol forestier. *Bull. Mus. natn. Hist. nat., Paris*, 3^a sér., n^o 519, Écologie générale 42: 51-63.

Vasiliu, N. et Mihailescu, A., 1989. Oribatide (Acarina Oribatida) bioindicatori ai poluarii solurilor forestiere cu metale grele, dioxid de sulf si negru de fum (Oribatidae, Acarina, Oribatida). *Analele I.C.P.A.*, 1: 287-301.

Vega, J. A., Bara, S., Alonso, M., Fonturbel, T. et García, P., 1987. Preliminary results of a short study on short term effects of prescribed fire in pine stands in NW Spain. In: Influence of Fire on the Stability of Mediterranean Forest Ecosystems. *Ecologia Mediterranea*, 13:177-188.

Velasco, F., Lozano, J. M. et Bello, A., 1986. Alteraciones fisicoquímicas, bioquímicas y biológicas en áreas quemadas de *Pinus pinaster*. *Bol. Est. Cent. Ecol.*, 15 (29): 29-38.

Vidal Box, C., 1937. Ensayo sobre la interpretación morfológica y tectónica de la Cordillera Central en el segmento comprendido en la provincia de Avila. *Bol. R. Soc. Esp. Hist. Nat.*, 37: 79-106.

- Vidrich, V., Bossetto M. et Renzoni, M., 1977. Effetti dell'incendio su alcune caratteristiche chimiche di un suolo boschivo. *Italia Forestale Montana*, 32: 93-104.
- Viejo, J. L. et Martín, J., 1988. Las mariposas del Macizo Central de Gredos (Lepidoptera: Hesperioidea et Papilionoidea). *Actas de Gredos 1988, Boletín Universitario*, 7: 81-93.
- Villaseñor, R. et Sáiz, F., 1993 (a). Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, Sector Ocoa, V Región, Chile. II. Efecto sobre el Estrato Arbustivo-Arbóreo. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso*, 21: 15-26.
- Villaseñor, R. et Sáiz, F., 1993 (b). Incendios forestales en el Parque Nacional La Campana, Sector Ocoa, V Región, Chile. III. Efecto sobre el Estrato Herbáceo. *An. Mus. Hist. Nat. Valparaíso*, 21: 27-32.
- Viro, P. J., 1974. Effects of forest fire on soil. In: Kozlowski, T. T. et Ahlgren, C. E. (Eds.): *Fire and Ecosystems*: 7-44. Academic Press. New York-San Francisco-London.
- Wagle, R. F. et Kitchen, J. H. Jr., 1972. Influence of fire on soil nutrients in a ponderosa pine type. *Ecology*, 53 (1): 118-125.
- Wallwork, J. A., 1979. Relict distribution of oribatid mites. *Recent Advances in Acarology*, 2: 515-521.
- Wauthy, G., 1982. Synecology of forest soil oribatid mites of Belgium (Acari, Oribatida). III Ecological groups. *Acta Oecol., Oecol. Gen.*, 3 (4): 469-494.
- Zaballos, J. P., 1994. Los Carábidos (Coleoptera, Caraboidea) de la Sierra de Gredos (España Central). *Eos*, 69: 83-99.

APENDICE

sc3	sc3s	sc3p
aca	30	
bps	2	
pem	1	
hsa	1	
ppy	4	
total spp.	5	0
total ind.	38	0

Sc3

sc2	sc2s	sc2p
aca	4	
cfo	2	
ssp	1	
ecy		4
tve	2	
sin	39	22
bin		1
bit	2	5
ssc	2	1
cla	1	3
lpa	3	
peu	4	
oti	13	2
oex	24	1
pin	1	
lmi	5	
hin	1	
hro	5	
total spp.	16	8
total ind.	109	39

Sc2

bl1	bl1s	bl1p
aca	30	1
ppy	3	
ecy		1
ipa		1
mmi		3
ldo		6
sin		9
bit		1
hro	1	
csc	3	1
oti	17	42
total spp.	5	9
total ind.	54	65

Bl1

bl2	bl2s	bl2p
aca	6	
hro	1	
sin		7
bin		1
total spp.	2	2
total ind.	7	8

Bl2

g3	g3ps	g3pp	g3cs	g3cp
aca	6		8	
grh				1
ecy		1		
cho	1			
mma				1
lad			3	
lpu			1	1
lun			1	3
lco			2	1
cgr		3		
tve			1	4
mab				2
ipa		3		1
mme		2		6
mmn	1			4
sin		2		20
bit				1
ono		1		
oye		1		4
ran		3		
car		1		
cla				3
cna				2
csc	1			
lpa			1	1
total spp.	4	9	7	18
total ind.	9	17	17	55

G3

v1	v1ps	v1pp	v1cs	v1cp
aca	3		8	
bib	6	8	1	
cfo	1			
ssp		14		
ppy	3	1		
lun		3		
cpu				1
oel		1		
mme		1		
mmn	1	1		
sin				16
ice	2			
rfa		1		
ssc			2	
pre			11	1
car		1		
lpa		1		1
oti			3	
hro				1
sfi				3
total spp.	6	10	5	6
total ind.	16	32	25	23

V1

p1	p1ps	p1pp	p1cs	p1cp
aca	2		7	
bam			1	
cfo			6	
ssp			4	
pem			1	
ecy		3		1
nsi				1
lco			7	
cpe			2	12
cgr		1	7	9
tve			1	
ipa		1		
mmn			1	1
sin	1	2	3	
bit			2	
ono				1
rrh				1
str				1
ssc	1			
car				1
cla		1		
lpa			9	3
tho	1			
total spp.	4	5	13	10
total ind.	5	8	51	31

P1

h2	h2ps	h2pp	h2cs	h2cp
aca		2	2	
cfo	1			
ecy		3		
lad				2
lun			4	3
cgr				2
sin		2		
bit	1			
oye				1
ssc	1	1		
car		1		
cob				2
tla				1
lpa			1	1
oti	1			
hro	7	2		
total spp.	5	6	3	7
total ind.	11	11	7	12

H2

h1	h1ps	h1pp	h1cs	h1cp
aca	1			
ssp	1			
ecy				1
lun	1			
lco	1		1	
cpe				1
tve	1		4	1
mab				1
mmn				1
cco				1
lpa	3			
oti	1		5	1
total spp.	7		3	7
total ind.	9	0	10	7

H1

e1	e1ps	e1pp	e1cs	e1cp
hlu	2	6		
apa		1		
lli	1			
mmn	7	19		
mme	5	18		
lte		1		
rel	4	2		
ran	3			
rin		6		
rte		1		
bin		1		
sin				6
smi				1
ssu	1	2		
str		1		
car				1
csi	3	9		
cob	1	7		
xar	2			
ttr	1			
oti	1	1		
total spp.	12	14	0	3
total ind.	31	75		8

E1

g4	g4ps	g4pp	g4cs	g4cp
cgr	1			
tve	1			
bin	1			
mun	1			
rin		1		
oti	1	7	5	9
total spp.	5	2	1	1
total ind.	5	8	5	9

G4

c2	c2ps	c2pp	c2cs	c2cp
aca	7			
grh				11
ecy		1	1	28
ase	2			
are			1	
cpe				2
tve	1			
ape				5
ipa				2
mme		1	2	5
mmn				2
sin				2
smi				1
bit		1		1
oin		1		2
rel		2		1
rte		2		36
ssa				1
spe		1		
cla				5
tla		8		
lpa			1	
oti	1	1	2	3
total spp.	4	9	5	16
total ind.	11	18	7	107

C2

p3	p3ps	p3pp	p3cs	p3cp
aca			11	
ecy			1	
ipa		1		1
dcy			1	
mmn		1		1
ono		2		
oye		1		
ssu		1		1
car		1		
oti		3		
total spp.	0	7	3	3
total ind.	0	10	13	3

P3

p2	p2ps	p2pp	p2cs	p2cp
bga			1	
aca			6	
lst	5	5		
lle			1	
sja				1
grh	1	3		4
ecy			1	2
mma		1		
elo				1
tve	34	2		
gfr				1
dcy				1
mmn		1	2	22
sin			3	3
ldo				2
ono	1			
oye				18
oin		3		
rel	13	20		
rin	1			
rte	3	5		1
rfa	1			
ssa	1	1		
ssu	2	8		
cna	1	3		
csc	2			
aal	1	1		
sfi				3
total spp.	13	12	6	12
total ind.	66	53	14	59

P2

s1	s1ps	s1pp	s1cs	s1cp
tve	2			
dcy	1		2	
mmn	2			
sin				1
bit	2			
jce	1		1	
rfa	1			
rmi	4			
ssc	1			
cla				1
tla	2			
pca		2		
sfi			1	11
total spp.	9	1	3	3
total ind.	16	2	4	13

S1

a1	a1ps	a1pp	a1cs	a1cp
sja		1		1
sme				1
pem				1
ssp		1		
hlu		1		
lun		4		5
bge				1
tve		2		
dcy		1		
mme		1		
mve		1		
mmn			4	
sin		2		17
hte				1
ssc				1
pag				2
cco		1		
cna		1		
asu				2
tla		12		
oti	11	11		
total spp.	1	13	1	10
total ind.	11	39	4	32

A1

g2	g2ps	g2pp	g2cs	g2cp
aca	1			
bam			1	
tve		1		
mme		5		1
mmn		1		15
sin		2		5
bin		3		6
bit		4		7
oin				17
fit		2		
jce		1		
rte		1		15
sfa		1		
csc	2	2		
tla	2	7		
oti	1	2		1
total spp.	4	13	1	8
total ind.	6	32	1	67

G2

g1	g1ps	g1pp	g1cs	g1cp
bpa		1		1
bam				1
ppy				3
grh			2	6
his				1
ahi				2
lun				1
dfl				3
tve				1
apa	1	1		1
mme	1	1		13
mmn		2		1
sin	1			2
bin				17
bit			1	
ldo		1		14
mun			1	2
ono				2
oin				1
rin			1	
rfa				5
sfa				2
ssu				1
cob				1
tla				1
total spp.	3	5	4	22
total ind.	3	6	5	81

G1

c1	c1ps	c1pp	c1cs	c1cp
aca			1	
bim			1	
lbr	1			
cfo			3	
hsi	3			
ecy				1
rar	1			
ase			1	
bco	2			
atr		2		
isp			1	
cpe		7		2
cgr		12		8
ipa				2
pan		1		
mme		19		
mmn		6		21
sse		31		
sin			6	38
bin			1	
bit		5	1	20
mun		1		
fit		5		8
rel		54		3
rin				1
rte			1	5
rsu		2		
str		1		
ssu		2		
car		1		
cla		1		
aal	3	2		2
tla	3	1	9	12
oti	2			
total spp.	7	18	10	13
total ind.	15	153	107	123

C1

s4	s4ps	s4pp	s4cs	s4cp
scr				1
pem			1	
ecy	-			1
oin				1
mne				1
rte				2
ran				3
cla				1
tla			1	
oti		1		
hin		1		
total spp.	0	2	2	7
total ind.	0	2	2	10

S4

FE DE ERRATAS

<u>Página</u>	<u>Línea</u>	<u>Donde dice</u>	<u>Debe decir</u>
12	17	continen	contienen
22	3	hervíboros	herbívoros
26	4	siguendo	siguiendo
27	17	ganderos	ganaderos
29	3	aumenta	augmenta
34	9	chaparra	chaparral
34	14	artrópodos	artrópodos
40	25	la	las
45	29	asimetrica	asimétrica
45	32	vertiene	vertiente
47	2	putónicas	plutónicas
65	34	sido sido	sido
69	19	toda diversidad	toda la diversidad
69	31	resultado	resultado
70	14	incendiadas	incendiadas
91	20	granulométricas	granulométricas
92	10	obtienen las	obtiene la
92	24	localidaes	localidades
97	8	Para la analizar	Para analizar
98	33	de cluster	de agrupamiento
119	26	restante	restantes
124	4	granulométricas	granulométricas
126	2	Para la analizar	Para analizar
127	17	muestra	muestras
127	31	3/4	≤
128	29	las	la
128	36	medio	medido
129	8	difererntes	diferentes
130	13	sobreliendo	sobresaliendo
136	28	Clúster	Agrupamiento
141	8	ordenacion	ordenación
141	15	correpondencia	correspondencia
154	8	eta al.	et al.
155	3	impone	supone
209	29	obtenidas para en	obtenidas en
211	27	la	al
223	33	segunto	segundo
228	19	la	las
234	21	insertan	insertas
243	28	nueva	nueva
244	10	acético	láctico
248	11	redondead	redondeado
250	6	Formula	Fórmula
250	9	si	sí
268	7	resultatente	resultante
269	18	niguna	ninguna
285	5	paleogeográfica	paleogeográfica
285	8	varianciones	variaciones
286	18	rusultados	resultados
289	10	ambas	ambos
291	16	especie	especies
291	34	estretégica	estratégica
292	16	distribuión	distribución
299	16	semejentes	semejantes
300	23	una	un
300	24	impotante	importante
307	25	central de incendio	central del incendio
307	27	primero	primeros
313	28	en las si bien	en las que si bien
326	2	estan	están
377	7	Ctnobelba	Ctenobelba